

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Ação da triiodotironina na larvicultura da
piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã
(*Brycon cephalus*)**

**Antônio Fernando Gervásio Leonardo
Biólogo**

**Jaboticabal-SP
Outubro/2005**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Ação da triiodotironina na larvicultura da
piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã
(*Brycon cephalus*)**

Antônio Fernando Gervásio Leonardo

Orientador: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Criscuolo Urbinati

Tese apresentada ao Centro de Aqüicultura da UNESP -
Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em Aqüicultura - Área de
Concentração em Aqüicultura em Águas Continentais.

Jaboticabal
São Paulo - Brasil
Outubro 2005

Leonardo, Antônio Fernando Gervásio

L581a Ação da triiodotironina na larvicultura da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*)/Antônio Fernando Gervásio Leonardo.- -Jaboticabal, 2005

xiii, 81 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2005

Orientador: Elizabeth Criscuolo Urbinati

Banca examinadora: José Augusto Senhorini, Sergio Fonseca Zaiden, Laura Satiko Okada Nakaghi, Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein

Bibliografia

1. Larvicultura. 2. Brycons. 3. Triiodotironina. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.31:639.03

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

Agradecimentos

Agradeço a meu pai, Antonio Leonardo, aos meus avós (Ilda e Jorge) e aos meus tios (Jorginho e Lígia) por toda dedicação, paciência, carinho, amor que sempre tiveram pela minha pessoa ao longo desses anos

Ofereço

A minha esposa (Ana Eliza Baccharin Leonardo) e minha filha (Aline Baccharin Leonardo) pela compreensão, carinho, amor, paciência durante a realização desta tese e ao mesmo tempo pedir desculpas pela minha ausência em alguns momentos que foram importantes para nossa vida

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por todos os momentos da minha vida

À minha Orientadora, Amiga, Companheira, Elisabeth Criscuolo Urbinati ou carinhosamente Beth pela dedicação e orientação em todos os minutos dessa Tese e aproveito para agradecer sua paciência diante as minhas limitações. Agradeço a Família Urbinati por dividir sua Matriarca, pois a qualquer hora e dia ou da noite Sra sempre esteve pronta a ajudar.

Obrigado

Ao Dr José Augusto Senhorini ou Senhorini, Zé, Zezito, meu Idulo, Amigo, Irmão, Orientador, obrigado por esses anos o qual a seu lado pode descobrir as melhores coisas na minha vida profissional. Obrigado por me acolher em sua casa e fazer dela minha, e seus filhos meus irmãos e de você meu PAI.

Obrigado

Aos meus grandes Amigos Leonardo (Roquinho) e Jaqueline, Leonardo (Tachi), Marcelo Tesser (Mano) e Ana, Camilo, Nilton (Paraca), Neidison e Milena, Jaime, Fabio e Ana, Lao e Michelli, Marcio e Monika, Gustavo (Sumô), Janessa, Micheli (Gaúcha), Auren (Bá), Adriana (Pobre), Cristiane (Grandona), Elis, Mônica, Carla, Luciana e Petter (Alemão), Twin e Karina, Mariana, Eduardo (Dudu) e Daniela (Colina), Serginho, Flávia e as Meninas, Fabiano e Ana Paula, Leonardo Cericato, Rodrigo (Buda) e Adélia (Celú), Daniela e Gustavo, Fabiana (Cabeção) e Fabianinha, Tiago (Balboa), Patrícia (Golinho), Antonio (Gaúcho), Denise e Filhos Antonio do Acre, Adriano e Denise.

Ao Pesquisador Dr. José Augusto Senhorini, Prof. Dr. Sergio Fonseca Zaiden, Prof.

Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi, Prof. Dra. Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein,

Pelas valiosas sugestões nesta tese.

A todos os Professores do CAUNESP pelos conhecimentos transmitidos

Aos funcionários (Mauro (Seu Mauro ou Maurão), Valdecir (Tio Valdeco) Marcio (Perereca), Marcio(Garnizé), Donizeti, Suerly, Veralice, Fátima) do CAUNESP pelo convívio nestes anos de trabalho

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia da FCAV (Euclides (Cridão), Shirley, Clara, Bel e Seu Orandir), a nossa técnica de laboratório e grande amiga Damares

Aos Amigos Pesquisadores e Funcionários do CEPTA/Pirassununga, Paulo Ceccarelli, Paula Ceccarelli, Rodrigo, Sandoval, Rita, João Caetano, Luis Alberto Gaspar, Ricardo, Donizeti (Piu), Angélica, por esse oito anos de convívio e amizade.

Aos Diretores do Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável do Vale do Ribeira, (APTA-Regional) Dr Luiz Alberto Saes, e Dr Mauro Sakai

Aos Amigos e Pesquisadores do APTA-Regional do Vale do Ribeira, Leonardo Tachibana, Camila, Edson Nomura, Valeria, Domingos e aos técnicos Edilberto e Benedito e o pessoal da Administração Elizete e Iolanda

A CAPES pela bolsa concedida

A todos meus colegas de curso pela convivência

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Considerações Gerais..... | 01 |
| Referências Bibliográficas..... | 06 |
| | |
| Capítulo I. Crescimento e Sobrevivência de Larvas de piracanjuba, Brycon orbignyans, | |
| Oriundas de ovos expostos em triodotironina(T3) | |
| Abstract..... | 15 |
| Resumo..... | 16 |
| Introdução..... | 17 |
| Objetivo..... | 19 |
| Material e Métodos..... | 19 |
| Resultados e Discussão..... | 21 |
| Conclusões..... | 28 |
| Referência Bibliográfica..... | 28 |
| Tabelas..... | 35 |
| Gráfico..... | 39 |

Capítulo II. Ação da triiodotirona (T3) no desenvolvimento inicial do matrinxã,
Brycon cephalus

| | |
|-------------------------------|----|
| Abstract..... | 40 |
| Resumo..... | 41 |
| Introdução..... | 42 |
| Objetivo..... | 44 |
| Material e Métodos..... | 44 |
| Resultados e Discussão..... | 46 |
| Conclusões..... | 52 |
| Referência Bibliográfica..... | 53 |
| Tabelas..... | 58 |
| Gráfico..... | 63 |

Capítulo III. Predação em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, oriundo de ovos

Hidratados com triiodotironina(T3)

| | |
|-------------------------------|----|
| Abstract..... | 65 |
| Resumo..... | 66 |
| Introdução..... | 67 |
| Objetivo..... | 68 |
| Material e Métodos..... | 68 |
| Resultados e Discussão..... | 69 |
| Conclusões..... | 73 |
| Referência Bibliográfica..... | 74 |
| Tabelas..... | 78 |
| Figuras..... | 81 |

Considerações Gerais

De acordo com a FAO (2000), a produção mundial de organismos aquáticos oriundos da aquicultura passou de 28,82 milhões de toneladas métricas no ano de 1997, para 30,36 milhões de toneladas métricas no ano de 1998. Neste período, houve uma redução de mais de sete milhões de toneladas métricas na produção de organismos aquáticos capturados.

A única opção segura para a produção do pescado está na aquicultura, que avança como uma das atividades agropecuárias de mais rápido crescimento no mundo. Estima-se que em 2010, ela deverá suprir 25% da colheita aquática mundial. De acordo com Ostrenky et al. (2000), a produção aquícola brasileira passou de 23,390 toneladas métricas, em 1991, para 115,398 toneladas métricas, em 1998, um aumento de 393%, crescendo em média cerca de 26% ao ano. Com isto ocupa a 35ª posição, em 1991, e 26ª, em 1997, conforme o “ranking” estabelecido pela FAO.

Considerando que 80% do território brasileiro se localiza na região tropical e que o Brasil possui a maior diversidade de espécies de peixes e imensa rede hidrográfica, o potencial para o desenvolvimento da aquicultura em nosso país é muito grande. Apesar da enorme variedade de teleósteos existentes, poucos são os estudos detalhados de seu desenvolvimento inicial (Shardo, 1995), o conhecimento da ontogenia e morfogênese dos peixes fornece importantes informações ecológicas e biológicas.

Com a expansão da piscicultura, cresce o interesse pela busca de soluções para evitar os prejuízos causados por mortalidade e problemas de produção. Entre os aspectos importantes para a otimização da atividade estão aqueles que afetam o desempenho, a reprodução e a resistência dos animais às doenças, e para os quais se têm voltado os esforços científicos na busca de soluções (Barton e Iwama, 1991; Barnett e Pankhurst, 1998). Uma das grandes limitações da piscicultura é a produção de alevinos em grande escala. A reprodução induzida já tem tecnologia disponível, mas o mesmo não acontece na larvicultura, fase em

que se observam as maiores perdas do processo produtivo, associadas principalmente a problemas na alimentação de larvas e, em algumas espécies, ao comportamento agressivo que elas apresentam logo após a reabsorção do saco vitelino.

A família Characidae possui em sua subfamília Bryconinae o gênero *Brycon*, que compreende muitas espécies de porte médio e grande, com ampla distribuição pela América do Sul e Central. Alimentam-se preferencialmente de insetos e vegetais, principalmente frutos e sementes, sendo então consideradas onívoras (Howes, 1982). O gênero *Brycon* distribui-se de Honduras até o Rio da la Plata, na Argentina (Fowler, 1951), e é considerado um dos mais numerosos gêneros de caraciformes neotropicais, com mais de 60 espécies nominais, das quais, aproximadamente 40 se distribuem pela América Central e América do Sul (Howes, 1982). Entretanto, o mesmo autor afirma que o *Brycon cephalus* se restringe à Bacia Amazônica.

Várias espécies nativas brasileiras já são cultivadas em pisciculturas e Pesque Pagues há vários anos, enquanto é crescente o número de pesquisas para aprimorar a tecnologia de cultivo. Entre estas espécies, estão algumas do gênero *Brycon*, destacando-se a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e o matrinxã (*Brycon cephalus*). Estas duas espécies despertam interesse devido ao sabor da carne, fácil propagação artificial e rápido crescimento na fase larval e alevinagem, o que permite uma comercialização mais rápida e, portanto, melhor aproveitamento dos viveiros de criação. Dentre os trabalhos científicos sobre as espécies referidas, pode-se citar estudos de crescimento (Saint Paul e Werder, 1977; Werder e Saint Paul, 1978; Saint Paul, 1986; Soares, 1989; Graef et al., 1993; Mendonça et al., 1993 e 1994; Pereira Filho, 1994; Romagosa et al., 1997; Senhorini et al., 1998; Sá e Fracalossi, 2002; Pedreira et al., 2002; Senhorini et al., 2002; Borba et al., 2003), desova induzida por injeção hormonal (Sato et al., 1988; Woynarovich e Sato, 1990; Bernardino et al., 1993; Romagosa et al., 2001; Ganeco et al., 2001 e 2003) e estudos sobre redução do canibalismo (Ceccarelli,

1997). O grupo de Fisiologia de Peixes do Centro de Aquicultura da UNESP vem trabalhando com a utilização de hormônios tireoidianos na indução materna e na hidratação dos ovos, visando melhorar o crescimento, a redução de canibalismo e sobrevivência das larvas. Dentre estes estudos, destacam-se os realizados por Soares (2000); Landines (2003); Landines et al. (prelo); Vasques (2003); Urbinati et al. (2003 e 2005, *in press*).

Um dos grandes problemas na fase larval, segundo Senhorini et al. (1998), ocorre entre 32 e 36 horas pós-eclosão, no qual as larvas tornam-se canibais dizimando até 95% da população. Basile Martins (1984) cita que a larvicultura de espécies ictícas, de modo geral, apresenta ainda mais dificuldades e os insucessos são freqüentes, e que, dentre os fatores que determinam a sobrevivência e o crescimento das larvas, o alimento parece ser o de maior destaque. Pesquisas com alimentação na fase inicial dos peixes são de fundamental importância para sua sobrevivência e crescimento (Cestarolli et al., 1997; Luz e Zaniboni Filho, 2001; Tesser, 2002; Jomori et al., 2003).

O sucesso na criação de larvas de peixes de águas tropicais depende da quantidade e qualidade do zooplâncton presente no momento adequado no viveiro de criação (Geiger, 1983). Woynarovich e Horwah (1983) relatam que o melhor alimento para a pós-larva pequena (1mm) é o rotífero. À medida que a pós-larva cresce aprende a alimentar-se ativamente, desenvolve destreza para a caça e consegue engolir organismos maiores como os cladóceros e copépodos.

Estudos com larvas de peixes de água doce nativos do Brasil utilizaram zooplâncton e mostraram bons resultados para pacu (*Piaractus mesopotamicus*), matrinxã (*Brycon cephalus*) e piracanjuba (*Brycon orbignyianus*) (Pinto e Castagnolli, 1984; Yamanaka, 1988; Senhorini et al., 2002). Leonardo et al., (2004 a, b) relataram que a utilização do zooplâncton para cascudo preto (*Rhinelepes áspera*) e pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) não promoveu bons resultados em relação ao crescimento e sobrevivência das espécies.

Poucos estudos avaliam a participação de hormônios no desenvolvimento inicial e larvicultura de peixes tropicais (Soares, 2000; Soares et al., 2003; Landines, 2003; Vasques, 2003; Urbinati et al., 2003 e 2005). Algumas estratégias experimentais têm sido utilizadas para avaliar o efeito dos hormônios tireoidianos no início do desenvolvimento de peixes, sendo administrados na mãe, momentos antes da desova, de modo que possa haver transferência materna (Brown et al., 1988; Ayson e Lam, 1993; Mylonas et al., 1994; Tachihara et al., 1997; Urbinati et al., 2003; Kang e Chang, 2004) ou através da exposição de ovos e larvas aos hormônios tireoidianos (Lam, 1980; Nacario, 1983; Lam e Sharma, 1985; Reddy e Lam, 1992; Huang et al., 1996; Hey et al., 1996; de Jesus et al., 1998; Landines, 2003; Vasques, 2003; Urbinati et al., 2005).

Nos vertebrados, os hormônios tireoidianos (HTs) têm papel essencial na regulação das mudanças moleculares, bioquímicas e morfológicas que ocorrem durante a diferenciação de tecidos e metabolismo, enquanto outros mostram a participação destes hormônios no desenvolvimento inicial de peixes (Hey et al., 1996; Manzon et al., 1998; Gavlik et al., 2002).

Nos peixes, a regulação da função tireoidiana ocorre em dois pontos básicos: a estimulação da secreção de T_4 (tiroxina) pela glândula tireóide através do eixo hipotálamo - hipófise e a conversão periférica do T_4 em T_3 (triiodotironina), para interação com receptores nucleares. A síntese dos hormônios tireoidianos ocorre no folículo tireoidiano, e é neste local que se encontram distribuídos o hormônio, sendo T_4 encontrado em maior quantidade que T_3 . O T_4 tem poucas ações diretas e é considerado precursor do T_3 , forma biologicamente ativa do hormônio (Eales e Himick, 1988). Estudos *in vitro* mostram que os receptores nucleares se ligam com muito mais afinidade ao T_3 do que ao T_4 (Nowell, 2001).

A participação dos hormônios tireoidianos na embriogênese e desenvolvimento larval tem sido observada em estudos nos quais os hormônios são extraídos de ovos e larvas e quantificados por técnicas de radioimunoensaio, biologia molecular ou através da

determinação da atividade dos receptores nucleares dos hormônios tireoidianos (Yamano e Miwa, 1998; Power et al., 2001; Deane e Woo, 2003). Lam (1994) mencionou que os níveis de hormônios presentes nos ovos podem ser importantes para determinar sua qualidade e afirma que a mãe pode passar à larva uma quantidade de hormônios tireoidianos que garantirá seu crescimento, desenvolvimento, osmoregulação e resposta ao estresse. Ainda segundo este autor, tanto T₃ como T₄ estão presentes nos ovos de peixes e, em muitos casos, os níveis podem diminuir durante o desenvolvimento do indivíduo, na absorção do saco vitelino.

Neste contexto, alguns estudos avaliaram a influência dos hormônios tireoidianos no desenvolvimento inicial e larvicultura de espécies importantes na piscicultura comercial em nosso país. Landines (2003) investigou o efeito do T₃ sobre o desenvolvimento e crescimento inicial de três espécies de peixes nativos brasileiros: pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), piracanjuba (*Brycon orbignyianus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). Segundo este autor, o T₃ não afetou o crescimento larval e a reabsorção do saco vitelino no pintado e na piracanjuba, mas melhorou a taxa de sobrevivência nas três espécies estudadas. Vasques (2003) estudou a ação do hormônio T₃ no desenvolvimento inicial de matrinxã (*Brycon cephalus*) e verificou que a triiodotironina acelerou o desenvolvimento da musculatura esquelética, estimulou o desenvolvimento de estruturas do sistema digestório das larvas, acelerou a insuflação da bexiga natatória e atuou na redução do canibalismo.

Diante dos bons resultados de desempenho zootécnico e reprodutivo apresentados pelo gênero *Brycon* e os bons resultados com triiodotironina (T₃), este trabalho avaliou o efeito da triiodotironina administrada aos ovos de piracanjuba (*Brycon orbignyianus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*), por imersão, na taxa de fertilização e número de larvas eclodidas, crescimento e sobrevivência após 12 dias de cultivo em condições de laboratório.

Referências Bibliográficas

- AYSON, F.; LAM, J. Thyroxine injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs, and yolk-sac larvae and its affect on larval growth and survival. *Aquaculture*. v.109, p. 83-93, 1993.
- BARNETT, C. W.; PANKHURST, N. W. The effects of common laboratory and husbandry practices on the stress response of greenback flounder *Rhombosolea tapirina* (Günther, 1862). *Aquaculture*. v. 162, p. 313-329, 1998.
- BARTON, B. A.; IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. Fish Dis*. v.1, p. 3-26, 1991.
- BASILE-MARTINS, M.A. Criação de Organismos para alimentação de larvas de peixe. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, p. 97-104, 1984.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*.v. 6 (2), p.1-10, 1993.
- BORBA, M.R.; FRACALOSSO, D.M.; PEZZATO, L.E.; MENOYO, D.; BATISTA, J.M. Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein and lipid concentrations. *Aquaculture*. v.16, p. 362-69, 2003.
- BROWN, C.L.; DOROSHOV, S.I.; NUÑEZ, J.M.; HADLEY, C.; VANEENENNAAM, J.; NISHIOKA, R.S.; BERN, H.A. Maternal triiodothyronine injections cause increases in swimbladder inflation and survival rates in larval striped bass, *Morone saxatilis*. *J. Exp. Zool*. v. 248, p.168-176, 1988.

CECCARELLI, P.S. Canibalismo em larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Guther, 1869). 1997. 92 p. Dissertação de Mestrado em Zoologia - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu -SP, 1997.

CESTAROLLI, M.A.; PORTELLA, M.C.; JOJAS, N.E.T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881). Boletim Instituto de Pesca. v. 24, n. único, p. 119-129, 1997.

DE JESUS, E.G.; TOLEDO, J.D.; SIMPAS, M.S. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. Gen. Comp. Endocrinol. v.112, p. 10-16, 1998.

DEANE, E. E.; WOO, N. Y. S. Ontogeny of thyroid hormones, cortisol, hsp70 and hsp 90 during silver sea bream larval development. Life Science. v. 72 (7), p. 805-818, 2003.

EALLES, J. G.; HIMICK, B. A. The effects of TRH on plasma thyroid hormone levels of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Gen. Comp. Endocrinol. v.72, p. 333-339, 1988.

FAHAY, M.P. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean. J. North. Atl. Fish. Sci. v.4, p.423, 1893.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>, consultado em dezembro de 2004.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Estatística de pesca. Romãs: FAO. v. 91, p.141, 2000.

FOWLER, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. Arquivos de Zoologia. v.6, p.333-340, 1951.

GANECO, L.N.; NAKAGHI, L.S.O. Morfologia da micrópila e da superfície dos ovócitos de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Osteichthyes, Characidae), sob microscopia eletrônica de varredura. *Acta Scientiarum; Biological Sciences*. Maringá, v. 25, n.1, p. 227-231, 2003.

GANECO, L.N.; NAKAGHI, L.S.O.; URBINATI, E.C.; DUMONT NETO, R.; VASQUES, L.H.. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. *Boletim do Instituto de Pesca*. v. 27, n.2, p. 131-138. 2001.

GAVLICK, S.; ALBINO, M.; SPECKER, J. Metamorphosis in summer flounder: manipulation of thyroid status to synchronize setting behavior, growth and development. *Aquaculture*. v. 203, p.359-373, 2002.

GEIGER, L. G. Zooplâncton production and manipulation in striped bass rearing ponds. *Aquaculture*. v. 35, p. 331–351, 1983.

GRAEF, E.W. Considerações sobre a pratica de piscicultura no Amazonas. FERREIRA.E.J.G.; SANTOS, G.M.; LEÃO, E.L.M. In: *Bases Cientificas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Manaus; INPA. p.345-60, 1993.

HEY, J.; FARRAR, E.; BRISTOW, B. T.; STETTNER, C.; SUMMERFELT, R. C. Thyroid hormones and their influence on larval performance and incidence of cannibalism in walleye *Stizostedion vitreum*. *J. World Aquac. Soc.* v.27 (1), p. 40-51, 1996.

HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei) *Bull Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*. v.43 (1), p. 1-4, 1982.

HUANG, L.; SPECKER, J.; BENGTON, D. Effect of triiodothyronine on the growth and survival of larval striped bass (*Morone saxatilis*). *Fish Physiology Biochemical*. v.15 (1), p. 57-64, 1996.

JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B.; PORTELLA, M.C. Growth and survival of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juvenilis reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. *Aquaculture*. v. 221, p.277-287, 2003.

KANG, D.Y.; CHANG, Y.J. Effects of maternal injection of 3,5,3'-triiodo-L-thyronine (T₃) on growth of newborn offspring of rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture*. v. 234, p. 641 - 655, 2004.

LAM, T.J. Hormones and eggs/larval quality in fish. *J. World Aquac. Soc.* v.25 (1), p. 2-12, 1994.

LAM, T.J. Thyroxine enhances larval development and survival in *Sarotherodon* (Tilapia) *mossambicus*. Ruppel. *Aquaculture*. v. 21, p. 287-291, 1980.

LAM, T.J.; SHARMA, R. Effects of salinity and thyroxine on larval survival, growth and development in the carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*. v. 44, p. 179-184. 1985.

LANDINES, M.A. Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). 2003. 146 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.

LANDINES, M.A.; SENHORINI, J.A.; SANABRIA, A.I.; BALDAN, A.P.; URBINATI, E.C. Desenvolvimento embrionário e larval da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Boletim Técnico do CEPTA (no prelo).

LEONARDO, A.F.G.; ROTEROTTE, J.A.; FALCÃO, L.V.C.; METZNER, A.F.M.; SENHORINI, J.A. Diferentes tipos de alimentação natural na fase inicial do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. Anais Aqüimerco 2004, 24 a 28 de maio, Vitória, ES, Brasil. p. 214, 2004a.

LEONARDO, A.F.G.; ROTEROTTE, J.A.; FALCÃO, L.V.C.; METZNER, A.F.M.; SENHORINI, J.A. Influência da alimentação natural na fase inicial do cascudo preto *Rhinelepis áspera*. Anais Aqüimerco 2004b. 24 a 28 de maio, Vitória, ES, Brasil. p. 230, 2004b.

LUZ, R.K.; ZANIBONI FILHO, E. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépede). Acta Scientiarum de Zootecnia, Viçosa. v.30, n.2, p. 483-489, 2001.

MANZON, R.; EALES, G.; YOUSON, J. Blocking of $KClO_4$ induced metamorphosis in premetamorphic sea lampreys by exogenous thyroid hormones (TH); effects of $KClO_4$ and TH on serum TH concentrations and intestinal thyroxine outer-ring deiodination. Gen. Comp. Endocrinol. v.112, p. 54-62, 1998.

MENDONÇA, J.O.J.; COLARES de MELO, J.S. Criação de Espécies do Gênero *Brycon*, Pirassununga, CEPTA, p. 82, 1994.

MENDONÇA, J.O.J.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A. Influência de fontes protéicas no crescimento de matrinhã, *Brycon cephalus*, em viveiro. Boletim. Técnico do. CEPTA. v.6, p. 51-58, 1993.

MYLONAS, C.C.; SULLIVAN, C.V.; HISHAN, J.M. Thyroid hormones in brown trout (*salmo trutta*) reproduction and early development. Fish Physiology Biochemical. v.13 (6), p. 485-493. 1994.

NACARIO, J. The effect of thyroxine on the larvae and fry of *Sarotherodon niloticus* (*Tilapia nilotica*) Aquaculture. v. 34, p. 73-83, 1983.

NOWELL, M.A. Characteristics of seabream (*Sparus aurata*) thyroid hormone receptor- β clone expressed during embryonic and larval development. Gen. Comp. Endocrinol. v. 123, p. 80-89, 2001.

- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; PEDINI, M. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. In: Valenti. W.C. Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPQ/MCT. p. 353-381, 2000.
- PEDREIRA, M.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Effect of prey size selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae *Brycon orbignyanus*. Bol. Lab. Hidrobiol. v. 14/15, p. 99-110 (2001/2002), 2002.
- PEREIRA FILHO, M. Estudos desenvolvidos no INPA (Manaus, Amazonas) com matrinxã, *Brycon cephalus*, (Gunther, 1869). In I Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon*, v.1 Manaus. INPA, p. 25-30, 1994.
- PICKERING, A. D. Introduction: the concept of biological stress. In: *Stress and fish*. Pickering A.D. (ed). Academic Press. p.367, 1981.
- PINTO, M.L.G.; CASTAGNOLLI, N. Desenvolvimento inicial do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 3, São Carlos. Anais...São Carlos.p. 523-35, 1984.
- POWER, D.M.; LLEWELLYN, L.; FAUSTINO, M.; NOWELL, M.A.; BJÖRNSSON, B. TH.; EINARSDOTTIR, I.E.; CANARIO, A.V.M.; SWEENEY, G.E. Thyroid hormones in growth and development of fish. Comp. Biochem. Physiol. v. 130, p. 447-459, 2001.
- REDDY, J.; LAM, J. Effect of thyroid hormones on morphogenesis and growth of larvae and fry of telescopic-eye black goldfish, *Carassius auratus*. Aquaculture. v. 107, p. 383-394, 1992.
- ROMAGOSA, E.; AYROSA, L.M.; SCORVO FILHO, J.D. Crescimento e engorda do matrinxã, *Brycon cephalus*, (Gunther, 1869), em condições de confinamento, na região do Vale do Ribiera, São Paulo. Cepar, Instituto de Pesca, p. 31, 1997.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N.,
Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução.
Boletim Instituto Pesca. v.27, p.113-121, 2001.

SÁ, M.V.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/ proteína para alevinos
de piracanjuba, *Brycon orbignyianus*. Revista. Brasileira. Zootecnia. v. 31 n.1, p. 1-14, 2002.

SAINT-PAUL, U. Potential for Aquaculture of South American freshwater fish: a review.
Aquaculture. v.54, p 205-240, 1986.

SAINT-PAUL, U.; WEDER, V. Aspectos generales sobre la piscicultura em Amazonas y
resultados preliminares de experimentos de alimentacion com raciones peletizadas com
diferentes composiciones. In. Simpósio de la Asociación Latino Americana de Acuicultura,
1, Maracay Memórias... Maracay, p. 1-12, 1977.

SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; OSÓRIO, F.M.F. Reprodução induzida da matrinxã (*Brycon
lundii*). In: Coletânea de Resumos dos Encontros da Associação Mineira de Aqüicultura
(AMA) Resumos...Brasilia CODEVASF, p. 108-109, 1988.

SENHORINI, J.A.; GASPAR, L.A.; FRANSOSO, A. Crescimento, sobrevivência e
preferência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* e de piracanjuba *Brycon orbignyianus* em
viveiros. Boletim Técnico do CEPTA. v.15, p. 9-21, 2002.

SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. Growth and survival of
larvae of Amazon species "matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture
ponds. Boletim Técnico do CEPTA. v.11, p. 13-28, 1998.

SOARES, M.C.F. Estudos preliminares do cultivo do matrinxã (*Brycon cephalus*):
aclimação, crescimento e reprodução. 1989. 85 p. Dissertação (Mestrado) da Universidade
Federal da Bahia, Salvador, 1989.

SOARES, M.C.F.; URBINATI, E.C.; SENHORINI, J.A. Variação periódica da
triiodotironina (T₃) plasmática e sua ação na reprodução induzida do matrinxã, *Brycon*

cephalus, (Gunther 1869) em cativeiro. Revita. Brasileira. Zootecnia. v. 32 (6), p. 1825-834 (suplemento 2), 2003.

SOARES, M.C.F. Influência da triiodotironina (T_3) no metabolismo energético e reprodução induzida do matrinxã (*Brycon cephalus*) Gunther, 1869, Teleostei: Characidae. 2000.142 p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo. 2000.

TACHIYAMA, K.; EL-ZIBDEH, M.K.; ISHIMATSU, A.; TAGAWA, M. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T_3) to broodstock fish. J. World Aquac. Soc. v.28, p. 34-44, 1997.

TESSER, M. B. Desenvolvimento de trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em sistemas de co-alimentação com náuplios de *Artemia* e dieta microencapsulada. 2002. 200 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)- Centro de Aquicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2002.

URBINATI, E.C.; SOARES, M.F.; SENHORINI, J.A. Preliminary study of the effect of maternal triiodothyronine on early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae). J. Aquac. Trop. v. 18(3), p. 217-224, 2003.

URBINATI, E.C.; VASQUES. L.H.; SENHORINI, J.A.; GONÇALVES, F.D. Early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleost, Characidae), after maternal triiodothyronine injection and egg exposure. Aquaculture (*in press*), 2005.

VASQUES, L. H. Participação do hormônio triiodotironina (T_3) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus*. 2003. 146 p. Tese (Doutorado) - Centro de Aquicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo. 2003.

WERDER, V.; SAINT-PAUL. U. Feeding trials herbivorous and omnivorous Amazonian fishes, Aquaculture. v.15, p.175-187, 1978.

WOYANAROVICHE, E.; HORWATH, L. A. Propagação artificial de peixes de águas tropicais: Manual de extensão. Brasília: FAO CODEVASF CNPq, 220p, 1983.

WOYNAROVICHE, E., SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: HARVEY, B, CAROSFELD, J, (eds). Workshop on larval rearing of finfish. (s.I) CIDA, ICSU, CASAFSA, 1990.

YAMANAKA, N. Descrição, desenvolvimento e alimentação de larvas de pré-juvenis do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei, Characidae), mantidos em confinamento. 1988. 202 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, 1988.

YAMANO, K., MIWA, S. Differential genes expression of thyroid hormones receptor α and β in fish development. Gen. Comp. Endocrinol. v.109, p. 75-85, 1998.

Crescimento e sobrevivência de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, oriundas de ovos expostos em triiodotironina (T₃)

Antônio Fernando Gervásio Leonardo¹, José Augusto Senhorini², Elisabeth Criscuolo

Urbinati³

¹Doutorando do CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: leonardo@caunesp.unesp.br

²Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais - CEPTA Rodovia Euberto Pereira de Godoy, km 6,5, C.P. 64, CEP: 13630-000, Pirassununga, São Paulo. jose.senhorini@ibama.gov.br.

³CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: bethurb@caunesp.unesp.br

Abstrat

This work evaluated the effect of the triiodotironine (T₃) on the hatching, growth and survival of larvae of piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, in 12 days of culture in laboratory. After extrusion, oocytes of 5 females were fertilized and divided in 4 batches for hydration with the solutions (treatments): H₁ (control - water); H₂ (0.01ppm T₃); H₃ (0.05ppm T₃) and H₄ (0.1ppm T₃). The highest number of hatched larvae was obtained with 0.01 and 0.05 ppm of T₃ and the lower number with the highest dose (0.1 ppm). At the hatching, the biggest larvae were found in the T₃ treatments. Thirty-six h post-hatching (hph), larvae were transferred to aquaria where they remained for 12 days, feeding zooplankton + ration. From the transferring to the 9^o day of culture, larvae exposed to T₃ had higher weight and length, especially those exposed to 0.05 ppm. At 12^o day, larvae of all treatments had similar sizes. The specific growth rate was higher in T₃ treatments until 6^o day, but after 12 days it was similar in all treatments, indicating higher growth rate until 6^o day. The coefficient of variation of weight (CVw) and length (CVl), used to verify size homogeneity of larvae, was higher in control larvae, suggesting that T₃ promoted lower size difference in larvae, at the incubation, especially in 0.05ppm T₃ larvae. From 36 to 60 hph there was intense predation in all treatments and about 40% of the larvae had rests of larvae in the stomach. At 12^o day,

survival did not differ among treatments (55.0, 50.1 and 50.0%, in H₁ H₂ H₃, respectively). This study suggests that T₃ can have beneficial effect in growth of piracanjuba larvae. Besides higher number of larvae, the increase of larvae weight and length at 9^o day of culture allows better conditions of survival at the transferring from the laboratory for the outdoor tanks.

Keywords: larviculture, piracanjuba, survival, triiodotironine

Resumo

Este trabalho avaliou o efeito da triiodotironina (T₃) na eclosão, crescimento e sobrevivência das larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, em 12 dias de cultivo em laboratório. Após extrusão, ovócitos de 5 fêmeas foram fertilizados e divididos em 4 alíquotas para hidratação com as soluções (tratamentos): H₁ (controle - água); H₂ (0,01ppm T₃); H₃ (0,05ppm T₃) e H₄ (0,1ppm T₃). O maior número de larvas eclodidas foi obtido com 0,01 e 0,05 ppm de T₃. Na dose mais alta (0,1 ppm) houve menor número de larvas eclodidas. Na eclosão, as maiores larvas foram às tratadas com T₃. Trinta e seis horas pós-eclosão (hpe), as larvas foram transferidas das incubadoras para caixas, onde permaneceram por 12 dias, alimentadas com zooplâncton + ração. Da transferência ao 9^o dia de cultivo, as larvas expostas ao T₃ tinham peso e comprimento maiores, especialmente as tratadas com 0,05 ppm. Ao 12^o dia, larvas de todos os tratamentos tinham tamanhos semelhantes. A taxa de crescimento específico foi maior nos tratamentos hormonais até 6^o dia, mas após 12 dias era a mesma em todos os tratamentos, indicando maior velocidade de crescimento até o 6^o dia de cultivo. Os coeficientes de variação de peso (CVp) e comprimento (CVc), utilizados para verificar homogeneidade do tamanho das larvas, foram mais altos nas larvas controle,

indicando que o T₃ promoveu menor diferença de tamanho nas larvas, na fase de incubação, especialmente de 0,05ppm T₃. De 36 a 60 hpe, ocorreu canibalismo intenso em todos os tratamentos e em cerca de 40% das larvas havia restos de larvas no estômago. A sobrevivência ao 12º dia de cultivo não diferiu entre tratamentos (55,0%, 50,1% e 50,0%, em H₁ H₂ H₃, respectivamente). Este estudo sugere que o T₃ pode ter efeitos benéficos no crescimento das larvas de piracanjuba. Além de maior número de larvas eclodidas, o maior tamanho no 9º dia de cultivo pode permite melhores condições de sobrevivência após transferência do laboratório para os tanques externos de cultivo.

Palavras chaves: larvicultura, piracanjuba, sobrevivência, triiodotironina

Introdução

A família Characidae possui em sua subfamília Bryconinae o gênero *Brycon*, que compreende muitas espécies de porte médio e grande, com ampla distribuição pela América do Sul e Central. Alimentam-se preferencialmente de insetos e vegetais, principalmente frutos e sementes, sendo então consideradas onívoras (Howes, 1982). Entre as espécies destaca-se a piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, originária da bacia do Paraná, sobre a qual há uma preocupação crescente por parte de pesquisadores e ambientalistas.

Em 2003, a Fundação Biodiversitas divulgou a lista de espécies em extinção, sendo que a piracanjuba se enquadrou em todos os itens considerados: redução dos estoques naturais, maior número de machos do que fêmeas e pesca abusiva onde exemplares são capturados sem ter atingido peso e comprimento estabelecidos por lei.

A piracanjuba vem recebendo atenção especial dos pesquisadores em estudos sobre reprodução, desenvolvimento inicial e cultivo (Belmont, 1994; Ganeco et al., 2001; Senhorini et al., 2002; Landines et al., prelo). A espécie apresenta boas qualidades zootécnicas, como crescimento rápido, boa conversão alimentar, hábito alimentar onívoro e aceitação da ração artificial, quando mantida em cativeiro (Cavalcanti, 1998), mas ainda não existe tecnologia disponível para seu cultivo intensivo, havendo necessidade de se intensificar a pesquisa para viabilizar produção em larga escala (Sá e Fracalossi, 2002).

A incipiente tecnologia de cultivo de algumas espécies está intimamente relacionada ao limitado conhecimento de sua biologia, e a baixa sobrevivência, principalmente durante a fase larval, é um dos aspectos mais determinantes da dificuldade de cultivo (Senhorini et al., 1998; Sokoloslkaya e Sokolovskii, 2001). É o caso de espécies do gênero *Brycon* que na fase larval apresentam alta taxa de canibalismo o que se constitui um fator limitante da produção (Woynarovich e Sato, 1990; Bernardino et al., 1993; Senhorini et al., 1998).

Os hormônios tireoidianos são conhecidos por sua ação benéfica no desenvolvimento inicial, crescimento e sobrevivência larval de muitas espécies de peixes (Lam, 1980; Lam e Sharma, 1985; Brown et al., 1988, 1989; Ayson e Lam, 1993; Brown e Kim, 1995; de Jesus et al., 1998; Liu e Chan, 2002). Entretanto, a deficiência de hormônios nos ovos não afetou o crescimento e a sobrevivência das larvas de *Oryzias latipes* (Tagawa e Hirano, 1991) e de *Siganus guttatus* (Ayson e Lam, 1993), e a exposição prolongada e doses altas de hormônios provocaram atraso e anormalidades no desenvolvimento de *Sarotherodon niloticus* (Nacario, 1983; Reddy e Lam, 1992a), *Carassius auratus* (Reddy e Lam, 1992b), *Salmo trutta* (Mylonas et al., 1994), *Morone saxatilis* (Huang et al., 1996) e *Danio rerio* (Liu e Chan, 2002).

Em estudos anteriores, os hormônios tireoidianos têm sido apontados como fator de redução de canibalismo (Brown et al., 1988; Urbinati et al., 2003; Landines, 2003), mas, em

estudo de imersão de larvas de *Stizostedion vitreum*, Hey et al. (1996) encontraram canibalismo associado a estes hormônios embora não seja conhecido o mecanismo pelo qual T_4 e T_3 possam interferir no comportamento alimentar das larvas. Em outra linha de investigação, a redução da agressividade para formação de cardumes é um fator chave da migração de alguns salmonídeos para o mar (Iwata, 1995; Hutchison e Iwata, 1997, 1998). Hutchison e Iwata (1997, 1998) observaram progressiva redução do comportamento agressivo de salmonídeos ao mesmo tempo em que os níveis de T_4 se elevavam, naturalmente ou artificialmente, durante a transformação “parr-smolt” dos peixes.

Algumas estratégias experimentais têm sido utilizadas para avaliar o efeito dos hormônios tireoidianos no início do desenvolvimento de peixes, sendo administrados na mãe momentos antes da desova, de modo que possa haver transferência materna (Brown et al., 1988; Ayson e Lam, 1993; Mylonas et al., 1994; Tachihara et al., 1997; Urbinati et al., 2003; Kang e Chang, 2004) ou através da exposição de ovos e larvas aos hormônios tireoidianos (Lam, 1980; Nacario, 1983; Lam e Sharma, 1985; Reddy e Lam, 1992; Huang et al., 1996; Hey et al., 1996; de Jesus et al., 1998; Landines, 2003; Vasques, 2003).

Objetivo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da triiodotironina (T_3) administrada aos ovos de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, por imersão, no número de larvas eclodidas, crescimento e sobrevivência após 12 dias de cultivo em condições de laboratório, testando a predileção das larvas por alimento vivo (zooplâncton) ou seco (ração).

Material e Métodos

Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA), Pirassununga, SP, de 06 a 19 de dezembro de 2003. Cinco

fêmeas de piracanjuba (peso $2,0 \pm 0,5$ kg; comprimento $40,0 \pm 0,3$ cm), criadas em cativeiro, foram selecionadas por meio das características externas (ventre distendido ou abaulado e presença da papila urogenital saliente) e induzidas à desova com extrato de pituitária de carpa (0,5 e 5,0 mg/kg pc). Os ovócitos extrusados das fêmeas foram misturados ao sêmen, fertilizados e divididos em 4 alíquotas para hidratação com diferentes soluções que constituíram os tratamentos: H₁ (controle - água); H₂ (0,01 ppm T₃); H₃ (0,05 ppm T₃) e H₄ (0,1 ppm T₃). Os ovos foram hidratados por 15 minutos, passando por seis trocas de água (controle) e seis trocas das soluções de T₃ (tratamentos), uma a cada 2'50'', em 500 mL para limpeza dos ovos hidratados. Em seguida, os ovos foram distribuídos em 12 incubadoras cônicas de 60 L cada (3 repetições por tratamento), sendo 200 mL de ovos por incubadora. O número de larvas eclodidas foi calculado segundo Romagosa et al. (2001) e Leonardo et al. (2004). A abertura da boca das larvas ocorreu às 17 hpe, neste momento a temperatura da água das incubadoras era de 27 °C. Trinta e seis horas pós-eclosão (hpe), as larvas apresentaram natação horizontal e evidência de canibalismo e foram transferidas aleatoriamente para caixas com 25 litros (3 por tratamento), com aeração e renovação constante (vazão de 1 litro a cada minuto), numa densidade de estocagem de 16 larvas/L. A sobrevivência antes da transferência não foi avaliada. A alimentação constituída por ração farelada comercial (32% PB) foi oferecida 3 vezes ao dia (9:00, 13:00 e 17:00 horas) sendo 0,5 mg por alimentação por caixa. Às 9:00 e 17:00 horas era oferecido também alimento natural (zooplâncton) na quantidade de 500 organismos por larva, durante todo período experimental.

Diariamente, às 8:00 e 18:00 horas, determinou-se a temperatura da água ($25,6 \pm 1,3$ °C), a concentração de oxigênio dissolvido ($7,6 \pm 0,7$ mg L⁻¹) e o pH ($7,2 \pm 0,5$) e, a cada 3 dias, determinou-se a concentração de amônia total ($0,01$ mg L⁻¹) e a alcalinidade ($11,8 \pm 2,1$ mg L⁻¹). Os valores encontrados estão dentro da faixa recomendada para cultivo de espécies

tropicais (Boyd, 1990). Diariamente, antes da primeira alimentação, era feita a limpeza das caixas por sifonagem.

Às 36 hpe (momento da transferência das larvas para as caixas) e aos 3, 6, 9 e 12 dias pós-transferência, 30 larvas de cada tratamento (10 por repetição) foram anestesiadas e fixadas em solução de Karnowsk a 2,5 %, por 2 horas e, em seguida, lavadas em solução tampão fosfato 0,1 M, pH 7,2. Foram avaliados peso e comprimento total das larvas, crescimento específico (%/dia), coeficiente de variação de peso e comprimento (CVp e CVc), ocorrência de canibalismo, conteúdo estomacal e sobrevivência.

O peso das larvas foi determinado com balança analítica e o comprimento total com paquímetro e estereomicroscópio. A taxa de crescimento específico foi calculada, nos intervalos amostrais, de acordo com a fórmula: CE (%/dia) = 100 x [(ln peso final – ln peso inicial)/dias]. O coeficiente de variação de peso (CVp) e comprimento (CVc) foi obtido a partir das médias destas variáveis, pela fórmula: CV= S/X x 100 onde: Cv - coeficiente de variação do peso ou comprimento; S - desvio padrão; X - média de comprimento ou peso (Jobling, 1994). O coeficiente de variação quando multiplicado por 100 corresponde à porcentagem da variação da população.

O canibalismo foi registrado (%) através da determinação do conteúdo estomacal, para a qual foi examinado o tubo digestório de 30 larvas por tratamento e amostragem, por meio de microcirurgia, usando lupa com aumento de 4,5 vezes e com auxílio de agulhas. Foram observadas a ocorrência e a dominância dos organismos-alimento.

A sobrevivência final (%) foi calculada a partir da seguinte fórmula: S (%) = (NF/NI) x 100 (NI - número inicial de larvas; NF - número final de alevinos) segundo (Senhorini, 1998).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Resultados e Discussão

A suplementação de hormônios tireoidianos a ovos e larvas para estudos de seus efeitos no desenvolvimento de peixes vem sendo empregado em muitos teleósteos (Lam, 1980 (*Sarotherodon mossambicus*); Nacario, 1983 (*Sarotherodon niloticus*); Inui e Miwa, 1985 (*Paralichthys olivaceus*); Lam et al., 1985 (*milk fish*); Lam e Sharma, 1985 (*Ciprinus carpio*); Miwa e Inui, 1987 (*Paralichthys olivaceus*); Brown et al., 1988, 1989 (*Morone saxatilis*, *Striped bass*); Ayson e Lam, 1993 (*Siganus guttatus*); Brown e Kim, 1995 (*marine finfish*); Hey et al., 1996 (*Stizotiedion vitreum*); de Jesus et al., 1998 (*Epinephelus coioides*); Liu e Chan, 2002 (*Zebra fish*); Kang e Chang, 2004 (*Sebastes shlegeli*)). Mais recentemente, estudos têm investigado a ação da triiodotironina em *Brycon cephalus* (Soares, 2000; Vasques, 2003; Urbinati et al., 2003, 2005) e *Brycon orbignyanus* (Landines, 2003), espécies de importância econômica na América do Sul.

Os hormônios tireoidianos, tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3), são conhecidos por sua ação no desenvolvimento e diferenciação de tecidos, crescimento e sobrevivência larval de peixes (Brown e Nuñez, 1994). Este estudo utilizou a triiodotironina (T_3) ao invés da tiroxina (T_4), pois o T_3 tem sido descrito como o hormônio tireoidiano ativo (Eales, 1985). T_3 foi várias vezes mais potente que o T_4 em promover metamorfose no *Paralichthys olivaceus* (Miwa e Inui, 1987) e mais eficiente em promover a sobrevivência de larvas de *Stizotiedion vitreum* (Hey et al., 1996).

Na Tabela 1 são apresentados o número e tamanho (peso e comprimento) das larvas eclodidas provenientes de ovos hidratados com T_3 . O maior número de larvas eclodidas foi registrado com as doses 0,05 ppm (H_3) e 0,01 ppm (H_2) de T_3 e o menor número foi observado quando se utilizou a concentração mais alta do hormônio (H_4 - 0,1 ppm T_3). Em trabalho anterior com *Brycon cephalus* (Urbinati et al., 2005) não verificou

alteração da taxa de eclosão por efeito do T₃. Analisando conjuntamente, o número e o tamanho das larvas eclodidas, nos tratamentos H₃ e H₄, o T₃ promoveu o melhor crescimento e ganho de peso nas larvas até a eclosão, com as doses 0,05 e 0,1 ppm T₃.

As larvas expostas ao hormônio eram maiores na eclosão, tanto em peso quanto em comprimento, num perfil dose dependente. Landines (2003) também verificou peso maior (mas não comprimento) de larvas recém eclodidas de piracanjuba provenientes de ovos expostos ao T₃. Até 48 h de incubação os pesos de todas as larvas (tratadas ou não com T₃) se igualam e as larvas tratadas voltam a apresentar peso maior (embora sem significância estatística) após 60 e 72 h de incubação. Alguns autores relatam resultados contraditórios aos encontrados no presente estudo o qual observaram um retardo no crescimento de tilápia (Nacario, 1983; Reddy e Lam, 1992a) e *Morone saxatilis* (Huang et al., 1996) esses resultados foram atribuídos à exposição prolongada e uso de altas doses do hormônio. Aumento de tamanho (comprimento) de larvas recém eclodidas de *Brycon cephalus* por efeito de T₃ administrado nas fêmeas também foi descrito (Urbinati et al., 2005), mas a suplementação de T₃ em ovócitos de truta não afetou o crescimento posterior do embrião até a eclosão (Raine e Leatherland, 2003).

Devido ao pequeno número de larvas do tratamento H₄, a avaliação de crescimento (peso e comprimento) durante o experimento só ocorreu nos tratamentos H₁, H₂ e H₃ (Tabela 2). Na amostragem inicial (36 hpe), quando as larvas foram transferidas das incubadoras para as caixas, elas mantiveram o mesmo perfil de crescimento observado na eclosão, sendo as maiores larvas as dos tratamentos hormonais, especialmente as do tratamento de concentração mais alta de T₃. Este padrão de crescimento se manteve até o nono dia. O hormônio promoveu um ganho de peso de 7 mg e 4 mg em larvas de H₃ e H₂, em relação ao controle, até o 9º dia, e de ganho de comprimento de 4mm e 2mm nas larvas de H₃ e H₂, respectivamente. Em outro estudo com piracanjuba, Landines (2003) observou diminuição de

peso e comprimento do 5^o ao 15^o dias de cultivo das larvas, discordando do presente estudo. Embora a técnica de administração do T₃ tenha sido a mesma, a diferença entre os 2 experimentos reside basicamente na alimentação das larvas (plâncton e ração no presente estudo e espécie forrageira, plâncton e ração no outro estudo). Efeito promotor de crescimento larval do T₃ administrado aos ovos também foi observado em *Brycon cephalus* (Urbinati et al., 2005) 196 horas pós-eclosão, do mesmo modo que larvas produzidas por fêmeas desta espécie que receberam T₃ antes da desova foram maiores que as provenientes de fêmeas sem hormônio até o 6^o dia de cultivo (Urbinati et al., 2003), num perfil semelhante ao do presente estudo.

A taxa de crescimento específico foi significativamente maior nas larvas dos tratamentos hormonais até 6^o dia de cultivo, especialmente nos 3 primeiros dias nas caixas, refletindo maior velocidade de crescimento nesta fase. A partir do 9^o dia, esta taxa tendeu a estabilizar-se (Figura 1). Este dado sugere maior atuação do hormônio na fase inicial do cultivo das larvas. Landines (2003) relatou que em *Brycon orbignyana*, em geral, as maiores taxas de crescimento ocorreram nos 5 primeiros dias de vida e foi possível observar que elas eram maiores no grupo de larvas controle, confirmando o tamanho maior registrado.

Os resultados de crescimento observados neste experimento têm grande importância para a produção, pois é nesta fase que as larvas são transferidas do laboratório para viveiros externos e poderão ter maiores chances de sobrevivência no ambiente natural, com melhores condições de se defender de predadores.

Os coeficientes de variação de peso (CVp) e comprimento (CVc) estão relacionados à variação de tamanho das larvas e é um indicador de homogeneidade do lote (Jobling, 1994). Na amostragem inicial das larvas, quando estas foram transferidas para as caixas de cultivo, os CVp e CVc mais altos ocorreram nas larvas controle, sugerindo menor homogeneidade de tamanho (Tabela 3). A fase de maior evidência de canibalismo coincidiu com ocorrência dos

menores coeficientes de variação de peso e comprimento. A análise do conteúdo estomacal nas larvas amostradas mostrou presença de restos de outras larvas, indicando canibalismo, em 40% da amostragem, independente do tratamento aplicado (Tabela 4).

Segundo Kestemont et al. (2003), o crescimento heterogêneo é o problema central da larvicultura em espécies com hábitos predatórios. Com base nessa afirmação, o tratamento dos ovos de piracanjuba com T₃, que resultou em um lote mais homogêneo de larvas, poderia indicar efeitos benéficos do hormônio. Entretanto, não se observou diferença estatística na sobrevivência das larvas controle e tratadas, ou seja, $55,0 \pm 3,8\%$, $50,1 \pm 8,1\%$ e $50,0 \pm 2,5\%$, nos tratamentos H₁, H₂, H₃, respectivamente (Figura 1). É importante ressaltar que a sobrevivência das larvas na incubadora (até 36 hpe) não foi quantificada e que, na transferência para as caixas de cultivo, as larvas foram estocadas na mesma densidade (16 larvas/L). Portanto, a sobrevivência registrada se refere apenas ao período de cultivo nas caixas (de 36 hpe até 12 dias de cultivo). Landines (2003) mostrou um aumento de sobrevivência das larvas de piracanjuba de 50% para 75% após exposição dos ovos fertilizados ao T₃ e em *Brycon cephalus*, T₃ administrada na fêmea induziu expressivo aumento de sobrevivência da prole (de 21,8 % a 61,6%) (Urbinati et al., 2003). Em ambos os estudos, o aumento de sobrevivência foi atribuído à redução de canibalismo. Resultados contrários em que imersão de larvas de *Stizostedion vitreum* em T₄ e T₃ promoveu aumento de canibalismo foram descritos por Hey et al. (1996). Aumento na mortalidade de larvas de *Morone saxatilis* tratadas com triiodotironina foi relatado por Huang et al. (1996), mas os autores atribuíram a ocorrência à doses altas de hormônio e exposição prolongada das larvas, sendo que a mortalidade não foi atribuída a canibalismo. Outros estudos que associam redução de agressividade ao aumento dos hormônios tireoidianos referem-se à fase de transformação “parr-smolt” de alguns salmonídeos (Iwata, 1995; Hutchison e Iwata, 1997,

1998), quando a redução da agressividade para formação de cardumes é um fator chave da migração dos indivíduos para o mar.

As conseqüências da variação do tamanho no estágio larval são geralmente mais drásticas que em juvenis ou adultos, devido ao grande diâmetro da boca das larvas em relação ao corpo, ocorrendo predação de presas menores (Baras, 1998). Em algumas espécies, as larvas são capazes de atacar suas irmãs, mesmo apresentando maior comprimento corporal. Muitas vezes não conseguem consumi-las por inteiro e acabam morrendo (Baras, 2000). Essas características de predação foram observadas no presente trabalho, no período em que ocorreu canibalismo. Baras (2000) descreveu durante a fase larval de *Brycon moorei* tipos de ataques que caracterizam o canibalismo do tipo I, presente em torno de 26 hpe, quando as larvas ainda apresentavam saco vitelínico e pesavam 1,2mg, do tipo II, presente às 46 hpe, quando a reserva vitelínica foi absorvida e as larvas pesavam 2,8mg. A digestão completa das larvas ingeridas ocorreu às 96 hpe, quando as larvas pesavam 10mg.

No presente trabalho, verificaram-se ataques às 36 hpe das larvas pesando 3,06 mg (H₁), 3,12 mg (H₂) e 3,44 mg (H₃). Nesta fase, a reserva vitelínica das larvas estava quase se esgotando e elas se atacavam na região de menor tamanho, da cauda em direção a cabeça. Muitas vezes ficavam presas umas nas outras e morriam tanto o predador como a presa, enquanto em outras vezes os ataques ocorriam apenas para abocanhar a presa e depois soltá-las o qual denominamos de tipo I (ato de predar e não ingerir). Às 48 hpe, a reserva vitelínica já havia sido absorvida, mas os ataques ainda permaneceram até 60 hpe onde foram encontradas larvas com outras no estomago, então denominamos tipo II (larvas já são digeridas no estomago das predadoras). Os ataques desapareceram 60 hpe, quando havia fornecimento de alimento natural em abundância (500 organismos/larva). Para confirmação do comportamento alimentar, foram realizadas análises do conteúdo estomacal em todas as larvas amostradas (Tabela 4).

A análise do conteúdo estomacal das larvas nos 12 dias de cultivo não mostrou ração no trato digestório, sugerindo que nesta fase as larvas de piracanjuba não consomem ração, o que facilitaria o manejo. Com a alimentação natural as caixas permanecem limpas, com uma boa qualidade de água, e o estresse de manejo da sifonagem é minimizado. A ausência de ração no trato digestório de larvas de piracanjuba discorda dos resultados de Pedreira et al., (2002), que relataram que os melhores resultados, em estudo de comportamento alimentar, foram obtidos com ração + plâncton. No 3º dia de cultivo, os cladóceros representaram 100% do conteúdo do tubo digestório de larvas de todos os tratamentos. No 6º dia, as larvas controle mostraram maior predileção por cladóceros e as larvas tratadas com T₃ por copépodos. No 9º dia ocorreu uma flutuação no consumo (larvas H₁ e H₃ consumiram cladóceros e H₂ copépodos) e no final do experimento ocorreu 100% de predileção por cladóceros em todas as larvas. Esses dados concordam com os de Senhorini et al. (2002) que relataram que durante os 3 primeiros dias de vida de matrinxã e piracanjuba ocorre predileção de cladóceros, representando cerca de 80% do conteúdo do tubo digestório. Deste modo, essa predileção por alimento natural sugere que larvas de piracanjuba começam a se alimentar de rações artificiais a partir do 12º dia de vida.

A taxa de sobrevivência variou de 50% a 55,5%. Estes valores são menores que os observados para *Brycon lundii* (80%, Woynarovich e Sato, 1989) e igual ao observado para piracanjuba (50%, Landines, 2003). Entretanto, deve-se destacar que as larvas de piracanjuba deste experimento foram alimentadas apenas com plâncton e ração (que não foi consumida), enquanto os trabalhos citados utilizaram larvas de outras espécies forrageiras como alimento para melhorar a taxa de sobrevivência. Senhorini et al. (2002) obtiveram sobrevivências de 70% e 40% de larvas de *Brycon cephalus* e *Brycon orbignyianus*, respectivamente, utilizando alimento natural + alimento artificial, enquanto estudos anteriores descreveram sobrevivências bem menores, ou seja, de 1,3 a 22,5% em *Brycon insignis* (Girardi et al.,

1993), de 0,7 a 8,1% em *Brycon cephalus* (Bernardino et al., 1993), de 0,5 a 17% em *Brycon orbignyanus* (Senhorini et al., 1994), quando se utilizou larva forrageira, e de 21,8% em *Brycon cephalus* (Urbinati et al., 2003) quando se utilizou plâncton e ração farelada.

Taxas de sobrevivência entre 40 a 50% para a piracanjuba, uma espécie que está em extinção, representam muito, pois comparando as com as taxas de sobrevivências em rios, que são de extremamente baixas as obtidas neste estudo são de grande relevância. Além disso, o cultivo foi realizado utilizando-se apenas alimento natural. Do ponto de vista econômico, o uso de espécies forrageiras não é recomendado, pois envolve mais funcionários que terão que proceder ao manejo dos reprodutores das forrageiras. Gasto adicional ocorreria com o hormônio para indução da desova das espécies forrageiras e água usada na infraestrutura, que ainda não é cobrada nesta região do estado de São Paulo. Quando comparado o preço de mercado de alevinos de piracanjuba e de espécies forrageiras (pacu, piraputanga), muitas vezes a venda em milheiros destas espécies é quase ou até mesmo igual ao da piracanjuba.

Conclusões

O uso de hormônio triiodotironina, administrado aos ovos fertilizados, promoveu maior número de larvas eclodidas, maior crescimento inicial e maior capacitação das larvas, no período de transferência das mesmas do laboratório para tanques externos.

O uso do alimento natural durante o experimento foi eficiente para a espécie, pois através do conteúdo do tubo digestório pode-se evidenciar que até décimo segundo dia de vida, as larvas tiveram predileção de 100% por alimento vivo.

Agradecimentos

Agradeço a piscicultura Pirajuba (Daniel e Betina) pela gentileza na doação dos reprodutores de piracanjuba *B. orbignyanus* e ao Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA), Pirassununga, SP, pelas instalações para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- AYSON, F.G.; LAM, T.J. Thyroxin injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs and yolk-sac larvae, and its effects on larval growth and survival. *Aquaculture*. v.109, p. 83-93, 1993.
- BARAS, E. 1998. Bases biologiques du cannibalisme chez les poissons. *Cahier. Ethol.* v.17, p. 311-321.
- BARAS, E.; NDAO, M.; MAXI, M.Y.J.; JEANDRAIN, D.; THOMÉ, J.P.; VANDEWALLE, P.; MÉRLARD, C. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions. I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity. *Journal. Fish Biology*. v 57, p. 1001-1020, 2000.
- BELMONT, R. Considerações sobre a propagação artificial de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* - CESP. In: Anais do I Seminário sobre criação de espécies do gênero, *Brycon* Pirassununga - SP; CEPTA. 82p, 1994.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*. v.6 (2), p. 1-10, 1993.
- BOYD, C.E. Water quality in warm water fish pond. Alabama: Auburn University. 482p, 1990.

BROWN, C.L.; DOROSHOV, S.I.; COCHRAN, M.D.; BERN, H.A. Enhanced survival in striped bass fingerlings after maternal triiodothyronine treatment. *Fish Physiology Biochemical*. v. 7, p. 295-299, 1989.

BROWN, C.L.; DOROSHOV, S.I.; NUÑEZ, J.M.; HADLEY, C.; VANEENENNAAM, J.; NISHIOKA, R.S.; BERN, H.A. Maternal triiodothyronine injections cause increases in swimbladder inflation and survival rates in larval striped bass, *Morone saxatilis*. *J. Exper. Zool.* v. 248, p. 168-176, 1988.

BROWN, C. L.; KIM, B.G. Combined application of cortisol and triiodothyronine in the culture of larval marine finfish. *Aquaculture*. v. 135, p. 79-86, 1995.

BROWN, C.L.; NUNES, J.M. Hormone actions and applications in embryogenesis National Research Council of Canada. *Perspectives in Comparative Endocrinology*. p. 333–339, 1984.

CAVALCANTI, C.A. Proteases digestivas em juvenis de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Eigenmann, 1909) e aplicação da técnica de digestibilidade "in vitro". 1998. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

de JESUS, E.G.; TOLEDO, J.D.; SIMPAS, M.S. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. *Gen. Comp. Endocrinol.* v. 112, p. 10-16, 1998.

EALES, J.G. The peripheral metabolism of thyroid hormones and regulation of thyroidal status in poikilotherms. *Can J. Zool.* v. 63, p. 1217-31, 1985.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS Lista oficial da brasileira ameaçada de extinção. Disponível em: <http://www.biodiversitas2003.org.br>.

GANECO, L.N.; NAKAGHI, L.S.O.; URBINATI, E.C.; DUMONT NETO, R.; VASQUES, L.H. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. *Boletim do Instituto de Pesca*. v. 27 n.2, p.131-138, 2001.

- GIRARDI, L.; FARIA, C.A.; DE, SANTOS, P.P. Reprodução induzida, larvicultura e alevinagem de piabanha (*Brycon insignis*) da estação de aquicultura de Paraibuna – Cesp/SP. In Encontro Brasileiro de Ictiologia, 10, São Paulo/SP. Resumos. p. 92, 1993.
- HEY, J.; FARRAR, E.; BRISTOW, B.T.; STETTNER, C.; SUMMERFELT, R.C. Thyroid hormones and their influences on larval performance and incidence of cannibalism in walleye *Stizostedion vitreum*. J. World Aquac. Soc. v.27, p. 40-51, 1996.
- HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei) Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) v. 43 (1), p.1-47, 1982.
- HUANG, L.; SPECKER, J.; BENGTON, D. Effect of triiodothyronine on the growth and survival of larval striped bass (*Morone saxatilis*). Fish Physiology Biochemical. v. 15 (1), p. 57-64, 1996.
- HUTCHISON, M.J.; IWATA, M. Decreased aggressive behavior in masu salmon (*Oncorhynchus masou*) during parr-smolt transformation. Mem. Fac. Fish. Hoikkaido Univ. v. 44 (1), p. 22-25, 1997.
- HUTCHISON, M.J.; IWATA, M. Effect of thyroxine on the decrease of aggressive behavior of four salmonids during parr-smolt transformation. Aquaculture. v. 168, p.169-175, 1998.
- INUI, Y.; YAMANO, K.; MIWA, S. The role of thyroid hormone in tissue development in metamorphosing flounder. Aquaculture. v. 135, p. 87-98, 1995.
- IWATA, M. Downstream migratory behavior of salmonids and its relationship with cortisol and thyroid hormones: a review. Aquaculture. v.135, p.131-139, 1995.
- JOBLING, M. Fish bionergetics. London: Chapman e Hall, 294 p, 1994.
- KANG, D.Y.; CHANG, Y.J. Effects of maternal injection of 3,5,3'-triiodo-L-thyronine (T₃) on growth of newborn offspring of rockfish, *Sebastes schlegeli*. Aquaculture. v 234, p.641-655, 2004.

- KESTEMONT, P.; JOURDAN, S.; HOUBART, M.; MERLARD, C.; PASPATIS, M.; FONTAINE, P.; CUVIER, A.; KENTOURI, M.; BARAS, E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae; biotic and abiotic influences. *Aquaculture*. v. 227, p. 333-356, 2003.
- LAM, T.J. Thyroxine enhances larval development and survival in *Sarotherodon* (Tilapia) *mossambicus*. Ruppel. *Aquaculture* v. 21, p. 287-291, 1980.
- LAM, T.J.; JUARIO, J.V.; BANNO, J. Effect of thyroxine on growth and development in post-yolk sac larvae of milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture*. v. 46, p.179-184, 1985.
- LAM, T.J.; SHARMA, R. Effects of salinity and thyroxine on larval survival, growth and development in the carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*. v. 44, p. 179-184, 1985.
- LANDINES, M.A. Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). 2003. 146 p. Tese (Doutorado) - Centro de Aquicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.
- LANDINES, M.A.; SENHORINI, J.A.; SANABRIA, A.I.; BALDAN, A.P.; URBINATI, E.C. Desenvolvimento embrionário e larval da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Boletim Técnico do CEPTA (no prelo).
- LEONARDO, A.F.G.; ROMAGOSA, E.; BORELA, M.I.; BATLOUNI, S.R. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) *Aquaculture* v. 240, p. 451-461, 2004.
- LIU, Y-W.; CHAN, W-K. Thyroid hormones are important for embryonic to larval transitory phase in *zebra fish*. *Differentiation* v. 70, p. 36-45, 2002.

- MIWA, S.; INUI, Y. Effect of various doses of thyroxine and triiodotyronine on the metamorphosis of flounder (*Paralichthys olivaceus*). Gen. Comp. Endocrinol. v. 67, p.356-363, 1987.
- MYLONAS, C.C.; SULLIVAN, C.V.; HISHAN, J.M. Thyroid hormones in brown trout (*salmo trutta*) reproduction and early development. Fish Physiology Biochemical. v. 13 (6), p. 485-493, 1994.
- NACARIO, J. The effect of thyroxine on the larvae and fry of *Sarotherodon niloticus* (Tilapia nilotica) Aquaculture. v. 34, p. 73-83, 1983.
- PEDREIRA, M.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Effect of prey size selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae, *Brycon orbignyanus*. Bol. Lab. Hidrobiol., v. 14/15, p. 99–110 (2001/2002), 2002.
- RAINE, J.C.; LEATHERLAND, J.F. Trafficking of L-triiodotyronine between ovarian fluid and oocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comp. Biochem. Physiol. 126b, 267-274, 2003.
- REDDY, P. K.; LAM, T.J. Effect of thyroid hormones on morphogenesis and growth of larvae and fry of telescopic-eye black goldfish, *Carassius auratus*. Aquaculture. v. 107, p. 383-394, 1992b.
- REDDY, P.K.; LAM, T.J. Role of the thyroid hormones in tilapia larvae *Oreochromis mossambicus*: I. Effects of the hormones and an anti-thyroid drug on yolksac resorption, growth and development. Fish Physiology Biochemical. v. 9, p.473-485, 1992a.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. Boletim do Instituto de Pesca. v. 27, p. 113-121, 2001.
- SÁ, M.V.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/ proteína para alevinos de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*. Revista. Brasileira. Zootecnia. v 31 (1), p. 1-14, 2002.

SENHORINI, J.A.; GASPAR, L.A.; FRANSOZO, A. Crescimento, sobrevivência e preferência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* e de piraicanjuba *Brycon orbgnyanus* em viveiros. Boletim Técnico do CEPTA. v. 15, p. 9-21, 2002.

SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. Growth and survival of larvae of Amazon species "matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture ponds. Boletim Técnico do CEPTA. v.11, p. 13-28, 1998.

SENHORINI, J.A.; RAMOS, S.M.; CECCARELLI, P.S. Criação de larvas de piraicanjuba, *Brycon orbgnyanus* (Valenciennes, 1849, 1903) em viveiros. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 8º Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos, 3, Piracicaba, SP. Resumos. p. 84, 1994.

SOARES, M.C.F. Influência da triiodotironina (T_3) no metabolismo energético e reprodução induzida do matrinxã (*Brycon cephalus*) Gunther, 1869, Teleostei: Characidae. 2000. 142 p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo, 2000.

SOKOLOVSKAYA, T.G.; SOKOLOVSKII, A.S. Biology and larval development of agassiz snailfish *Liparis agassizi* (Liparidade) from Peter the Great Bay, sea of Japan. Journal of Ichthyology. v. 41 (8), p. 615-619, 2001.

TACHIHARA, K.; EL-ZIBDEH, M.K.; ISHIMATSU, A.; TAGAWA, M. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T_3) to broodstock fish. J. World Aquac. Soc. v. 28, p. 34-44, 1997.

TAGAWA, M.; HIRANO, T. Effects of thyroid hormone deficiency in eggs on the early development of the medaka, *Oryzias latipes*. J. Exp. Zool. v. 257, p. 360-366, 1991.

URBINATI, E.C.; SOARES, M.F.; SENHORINI, J.A. Preliminary study of the effect of maternal triiodothyronine on early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae). J. Aquac. Trop. v18(3), p. 217-224, 2003.

URBINATI, E.C.; VASQUES, L.H.; SENHORINI, J.A.; GONÇALVES, F.D. Early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleost, Characidae), after maternal triiodothyronine injection and egg exposure. Aquaculture (*in press*), 2005.

VASQUES, L.H. Participação do hormônio triiodotironina (T₃) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus*. 2003. 146 p. Tese (Doutorado) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.

WOYNAROVICH, E.; SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: Harvey, B, Carosfeld, J., (eds). Workshop on larval rearing of finfish. (s.I) CIDA, ICSU, CASAFA, 1990.

Tabela 1. Valores médios (\pm DP) do número e tamanho (peso e comprimento) na eclosão das larvas de piracanjuba provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T_3).

| | Número de larvas | Peso (mg) | Comprimento (mm) |
|---|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| H₁ (Controle) | 204.020 \pm 0,26 ^c | 0,84 \pm 0,03 ^c | 3,71 \pm 0,11 ^b |
| H₂ (0,01 ppm T₃) | 404.260 \pm 0,30 ^b | 0,89 \pm 0,07 ^{bc} | 4,59 \pm 0,04 ^a |
| H₃ (0,05 ppm T₃) | 858.890 \pm 0,19 ^a | 0,90 \pm 0,03 ^{ab} | 4,49 \pm 0,22 ^a |
| H₄ (0,01 ppm T₃) | 180.010 \pm 0,06 ^d | 0,95 \pm 0,03 ^a | 4,58 \pm 0,06 ^a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Tabela 2. Valores médios (\pm DP) do peso (mg) e o comprimento (mm) das larvas de piracanjuba, provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T_3), nos diferentes dias de cultivo em caixas.

| | | Tempo de cultivo (dias) | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | Inicial (36hpe) | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Peso (mg) | H₁ (0,00) | 3,06 \pm 0,0002 ^c | 6,0 \pm 0,0003 ^b | 7,9 \pm 0,0002 ^b | 14,2 \pm 0,0003 ^c | 37,2 \pm 0,009 ^a |
| | H₂ (0,01) | 3,12 \pm 0,0002 ^b | 6,5 \pm 0,0003 ^b | 11,5 \pm 0,001 ^a | 18,1 \pm 0,0002 ^b | 35,1 \pm 0,002 ^a |
| | H₃ (0,05) | 3,44 \pm 0,0001 ^a | 7,8 \pm 0,0003 ^a | 12,4 \pm 0,001 ^a | 21,8 \pm 0,0002 ^a | 41,0 \pm 0,001 ^a |
| Comprimento (mm) | H₁ (0,00) | 6,35 \pm 0,2 ^c | 7,3 \pm 0,2 ^b | 8,7 \pm 0,3 ^b | 14,0 \pm 0,0 ^c | 15,0 \pm 0,1 ^a |
| | H₂ (0,01) | 6,43 \pm 0,1 ^b | 7,3 \pm 0,1 ^b | 9,4 \pm 0,3 ^a | 16,0 \pm 0,0 ^b | 15,0 \pm 0,1 ^a |
| | H₃ (0,05) | 6,48 \pm 0,04 ^a | 7,8 \pm 0,2 ^a | 10,0 \pm 0,0 ^a | 18,0 \pm 0,0 ^a | 15,0 \pm 0,1 ^a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Tabela 3. Coeficiente de variação do peso (CVp) e comprimento (CVc) das larvas de piracanjuba, provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes dias de cultivo em caixas.

| | Tempo de cultivo (dias) | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Inicial (36hpe) | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | |
| | CVp | CVc | CVp | CVc | CVp | CVc | CVp | CVc | CVp | CVc |
| H₁ | 8,2±0,1a | 3,2±0,1a | 29,0±12,1a | 9,6±2,3a | 21,0±7,9a | 6,0± 3,5a | 5,9±3,4a | 2,1±2,0a | 39,3±25,6a | 10,3±4,5a |
| H₂ | 5,2±0,1b | 2,1 ±0,1b | 23,0±7,0a | 7,6±0,6a | 17,0± 6,1a | 5,3± 3,8a | 5,5±1,7a | 2,8±2,5a | 36,6±5,5a | 10,0±5,5a |
| H₃ | 4,0±0,1c | 1,1 ±0,1c | 17,3±2,5a | 6,3±1,2a | 14,0± 2,0a | 3,0±2,0a | 4,7±1,7a | 1,6±1,4a | 34,3±12,5a | 8,6±4,0a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)
H₁-controle; H₂-0,01 ppm T₃; H₃-0,05 ppm T₃

Tabela 4. Conteúdo estomacal das larvas de piracanjuba provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes dias de cultivo em caixas.

| Tempo de cultivo (Dias) | Canibalismo (%) | Alimentação natural Quantidade ingerida (indivíduos) | Ração | |
|----------------------------|--------------------|---|--------------------------|---|
| Inicial (36 hpe) | H ₁ | 40 | 0 | 0 |
| | H ₂ | 40 | 0 | 0 |
| | H ₃ | 40 | 0 | 0 |
| 1 | H ₁ | 40 | 0 | 0 |
| | H ₂ | 40 | 0 | 0 |
| | H ₃ | 40 | 0 | 0 |
| 3 | H ₁ | 0 | Cladóceros (8,0 ± 2,1) | 0 |
| | H ₂ | 0 | Cladóceros (8,6 ± 3,3) | 0 |
| | H ₃ | 0 | Cladóceros (9,6 ± 1,8) | 0 |
| 6 | H ₁ | 0 | Cladóceros (10,2 ± 4,1) | 0 |
| | H ₂ | 0 | Copépodos (6,4 ± 2,6) | 0 |
| | H ₃ | 0 | Copépodos (4,0 ± 1,7) | 0 |
| 9 | H ₁ | 0 | Copépodos (2,8 ± 1,3) | 0 |
| | H ₂ | 0 | Cladóceros (17,6 ± 3,3) | 0 |
| | H ₃ | 0 | Copépodos (4,4 ± 2,6) | 0 |
| 12 | H ₁ | 0 | Cladóceros (42,0 ± 19) | 0 |
| | H ₂ | 0 | Cladóceros (69,3 ± 13,6) | 0 |
| | H ₃ | 0 | Cladóceros (43,3 ± 15,3) | 0 |

H₁-controle; H₂-0,01 ppm T₃; H₃-0,05 ppm T₃

Figura 1. Taxa de crescimento específico (%/dia) das larvas de piracanjuba, provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes dias de cultivo em caixas.

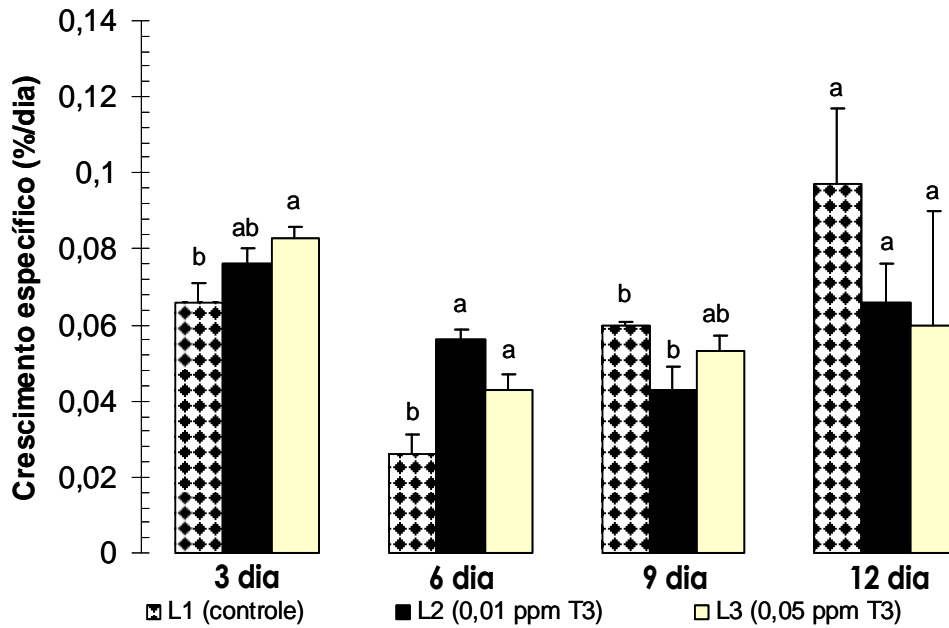
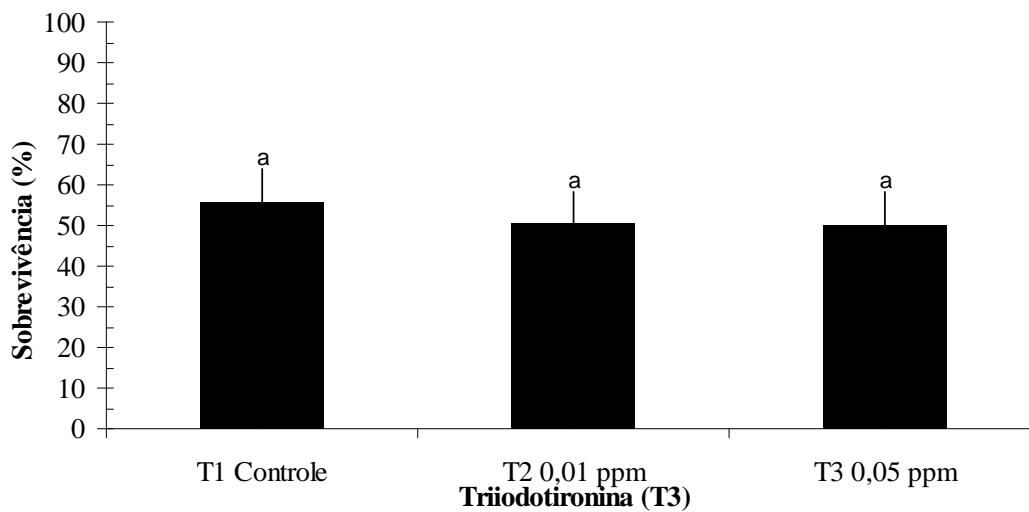


Figura 2. Taxa de sobrevivência das larvas de piracanjuba provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), aos 12 dias de cultivo.



Hidratação de ovos de matrinxã, *Brycon cephalus*, com triiodotironina (T₃)

Antônio Fernando Gervásio Leonardo¹, Marcio Aquio Hoshiba², José Augusto Senhorini³,

Elisabeth Criscuolo Urbinati⁴

¹Doutorando do CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: leonardo@caunesp.unesp.br

²Mestrando da Produção Animal da FCAV - UNES, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail:

³Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais - CEPTA Rodovia Euberto Pereira de Godoy, km 6,5, C.P. 64, CEP: 13630-000, Pirassununga, São Paulo. jose.senhorini@ibama.gov.br

⁴CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: bethurb@caunesp.unesp.br

Abstrat

The aim of this work was to evaluate the effect of triiodothyronine (T₃) on number of hatched larvae, predation and growth of larvae of matrinxã (*Brycon cephalus*). This study was carried out at the Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga-SP, from 19th November to 2nd December 2004. Extruded oocytes were pooled, fertilized and divided in 4 batches that constituted the following treatments: L₁ (control - water); L₂ (0.01 ppm T₃); L₃ (0.05 ppm T₃) and L₄ (0.1 ppm T₃). The lowest number of larvae was produced with 0.01 and 0.1 ppm T₃. The weight of hatched larvae was significantly higher in treatments 0.05 and 0.1 ppm T₃ and it was higher after 12 days of rearing in larvae of all treatments. The length of hatched larvae was significantly higher in 0.1 ppm T₃ and it did not differ after 12 days of rearing among treatments. The data suggest a later effect of T₃. The coefficient of variation of weight (CVw) and length (CVl) indicated higher size heterogeneity between days 3 and 9 of rearing, but this was not associated to cannibalism that was verified only between 36 and 72 hours after hatching

(55%). After 12 days of rearing, the biomass was higher in hormone treatments (L_1 688 ± 569 mg, L_2 $2,436 \pm 562$ mg, L_3 $3,572 \pm 569$ mg and L_4 $4,129 \pm 770$ mg) and it was related to higher weight (L_1 10.56 ± 0.49 mg, L_2 11.72 ± 1.63 mg, L_3 13.87 ± 2.10 mg and L_4 15.11 ± 1.55 mg) and survival (L_1 26.5%, L_2 37.6%, L_3 40.6% e L_4 40.8%) of larvae. Results suggest that the administration of triiodothyronine (T_3) during the eggs hydration was efficient and promoted the growth and survival of matrinxã larvae.

Keywords: triiodothyronine, growth, survival, larviculture, matrinxã

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do hormônio triiodotironina (T_3) sobre o número de larvas eclodidas, comportamento de predação e o crescimento das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos expostos ao hormônio durante a hidratação. O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga-SP, de 19 de novembro a 02 de dezembro de 2004. No momento da extrusão, os ovócitos foram misturados e fertilizados, e divididos em 4 alíquotas que constituíram os tratamentos: L_1 (controle - água); L_2 (0,01 ppm T_3); L_3 (0,05 ppm T_3) e L_4 (0,1 ppm T_3). Entretanto o menor número de larvas foi obtido com as doses 0,01 e 0,1 ppm do T_3 . O peso das larvas eclodidas foi significativamente maior nas doses 0,05 e 0,1 ppm do T_3 , mas ao final de 12 dias de criação, apenas as larvas do tratamento 0,1 ppm do T_3 eram mais pesadas. As larvas eclodidas do tratamento 0,1 ppm do T_3 apresentaram maior comprimento até o 3º dia, mas depois estabilizou sem diferença estatística entre tratamentos. Estes dados sugerem uma ação mais tardia do hormônio T_3 . Os coeficientes de variação do peso (CVp) e comprimento (CVc) indicaram maior heterogeneidade de tamanho das larvas entre os dias 3 e 9 de criação, mas que não foi associada a predação, visto que esta só foi

registrada de 36 a 72 horas pós eclosão (hpe) e esteve em torno de 55%. Ao final dos 12 dias de criação, as maiores biomassas foram registradas nos tratamentos com hormônio (L_1 688 ± 569 mg, L_2 2.436 ± 562 mg, L_3 3.572 ± 569 mg e L_4 4.129 ± 770 mg) e se relacionaram ao maior tamanho (L_1 $10,56 \pm 0,49$ mg, L_2 $11,72 \pm 1,63$ mg, L_3 $13,87 \pm 2,10$ mg e L_4 $15,11 \pm 1,55$ mg) e sobrevivência das larvas (L_1 26,5%, L_2 37,6%, L_3 40,6% e L_4 40,8%) nestes tratamentos. Os resultados obtidos sugerem que o uso do hormônio triiodotironina (T_3) durante a hidratação dos ovos foi eficiente e promoveu o crescimento e sobrevivência das larvas de matrinxã.

Palavras chaves: triiodotironina, crescimento, sobrevivência, larvicultura, matrinxã

Introdução

O Brasil possui um grande potencial hídrico, clima subtropical e tropical e é privilegiado pelas muitas espécies de peixes ainda pouco exploradas e com potencial zootécnico não conhecido.

A família Characidae possui, em sua subfamília Bryconinae, o gênero *Brycon* que compreende muitas espécies de porte médio e grande, com ampla distribuição pela América do Sul e Central. Dentre as espécies nativas apontadas como de potencial para piscicultura, o matrinxã (*Brycon cephalus*) ainda desperta interesse dos pesquisadores, produtores e pescadores esportivos. Segundo (Weder e Saint-Paul, 1979; Howes, 1982; Woynarovich e Horvarth, 1983; Zaniboni Filho e Resende, 1988; Mendonça et al., 1993; Pereira Filho, 1994; Senhorini et al., 1998; Scorvo-Filho, 1998), o matrinxã apresenta rápido crescimento, boa conversão alimentar, hábito alimentar onívoro e boa aceitação da ração artificial, quando mantida em cativeiro.

O limitado conhecimento sobre a biologia de algumas espécies está intimamente relacionado com a incipiente tecnologia de cultivo e, no caso de algumas espécies, incluindo as do gênero *Brycon*, a baixa sobrevivência, principalmente durante a fase larval (Senhorini et al., 1998; Sokolovskaya e Sokolovskii, 2001), é um dos fatores negativos mais importantes do processo produtivo. Segundo Pezzato (1997), o sucesso da aquicultura nacional está associado ao conhecimento das características morfofisiológicas e comportamentais das espécies em estudo. Na fase larval, o gênero *Brycon* apresenta uma alta taxa de canibalismo o que dificulta seu cultivo, sendo um fator limitante da produção, causador de prejuízos econômicos para aquicultura.

Woynarovich e Sato (1990) obtiveram sucesso na reprodução de *Brycon lundii* e referiram-se ao rápido crescimento das larvas e pós-larvas da espécie, alertando para o elevado canibalismo encontrado nas larvas. A reprodução de *Brycon cephalus*, mediante injeções intraperitoniais de extrato bruto de hipófise de curimatá *Prochilodus scrofa*, foi obtida por Bernardino et al. (1993), que observaram a eclosão das larvas em 17 horas (442 horas-graus) após a fertilização, sendo que, com 36 horas de vida livre, iniciou-se o canibalismo. Nesta fase, a bexiga natatória encontrava-se com apenas 50% de sua capacidade insuflada.

Ayson e Lam (1993) observaram em *Sigamus guttatus* que os hormônios tireoidianos foram transferidos aos ovócitos e posteriormente às larvas, e que as larvas resultantes foram maiores e tiveram melhor sobrevivência nos sete primeiros dias de vida, levando-os a concluir que estes hormônios têm um papel importante durante o desenvolvimento inicial da espécie. Resultados semelhantes foram reportados por Lam (1995) que trabalhou com ovos de várias espécies de teleósteos marinhos.

O laboratório de Fisiologia de Peixes, do Centro de Aquicultura da UNESP, vem realizando estudos utilizando o hormônio triiodotironina (T_3) na hidratação de ovos e por

administração na mãe, em algumas espécies reofílicas tropicais, obtendo bons resultados. Vasques (2003) trabalhou com matrinxã, ministrando hormônio tireoidiano em ovos durante a hidratação e verificou a formação mais rápida de órgãos e tecidos. Landines (2003) estudou três espécies, utilizando também a técnica de imersão dos ovos em solução de hormônio triiodotironina (T_3). O autor não encontrou resultados positivos em relação ao crescimento e peso das larvas, mas observou redução no canibalismo. Já Leonardo (2005, capítulo 1 desta Tese), trabalhando com piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), observou que a concentração mais alta de triiodotironina (T_3) proporcionou a redução no número de larvas no momento da eclosão.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da exposição dos ovos do matrinxã (*Brycon cephalus*) ao hormônio triiodotironina (T_3) sobre o número de larvas eclodidas, comportamento de predação, crescimento, sobrevivência e predileção alimentar (alimento vivo (zooplâncton) e alimento seco - ração).

Material e Métodos

Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga-SP, de 19 de novembro a 02 de dezembro de 2004. Três fêmeas de matrinxã (peso: $W_g 2,4 \pm 0,1kg$ e comprimento: $L_t 47,7 \pm 1,15 cm$), provenientes de cativeiro, foram selecionadas por meio das características externas (ventre distendido ou abaulado e presença da papila urogenital saliente) para indução hormonal. No momento da extrusão, os ovócitos de todas as fêmeas foram misturados com sêmen de machos previamente preparados para espermiacção, e divididos em 4 alíquotas que constituíram os seguintes tratamentos: L_1 (controle-água), L_2 (0,01 ppm T_3), L_3 (0,05 ppm

T₃) e L₄ (0,1 ppm T₃). Os ovos foram hidratados durante 15 minutos, passando por seis trocas de água (controle) e seis trocas de soluções de T₃ nas concentrações de cada tratamento, sendo realizadas as trocas a cada 2'50'' com volume de 500 mL de água ou solução de T₃. Em seguida, os ovos foram divididos e colocados em 12 incubadoras cônicas de 60 L cada (3 repetições), sendo 500 mL de ovos por incubadora. O número de larvas foi calculado logo após a eclosão, segundo a metodologia de Romagosa et al. (2001) e Leonardo et al. (2004).

Trinta e seis horas pós-eclosão, as larvas apresentaram natação horizontal e uma clara evidência de predação entre si. Neste momento, as larvas foram transferidas aleatoriamente para caixas com 60 litros, com aeração e renovação constante na vazão de 1 litro a cada 1 minuto, e densidade de estocagem de 16 larvas/litro. A alimentação exógena foi oferecida 3 vezes ao dia, sendo ração farelada comercial (32% PB), às 9:00, 13:00 e 17:00 horas (0,5 mg por alimentação). Às 9:00 e 17:00 horas também era oferecido alimento natural (zooplâncton), na quantidade de 500 organismos por larva, durante todo período experimental.

Diariamente, às 8:00 e 17:00 horas, foram avaliados os parâmetros limnológicos oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água, e a cada 3 dias foram avaliados concentração de amônia e alcalinidade. Todos os dias, antes da primeira alimentação, as caixas eram limpas por sifonagem.

Trinta larvas de cada tratamento (10 por repetição) foram coletadas e fixadas nos dias 0, 3, 6, 9, 12 do experimento, sendo fixadas em Karnowski a 2,5 %, por 2 horas e, em seguida, lavadas em solução tampão fosfato 0,1 M, pH 7,2.

Durante o período experimental, avaliou-se peso (mg), com auxílio de uma balança analítica, e o comprimento total (cm), com auxílio de um paquímetro digital e estereomicroscópio. A taxa de crescimento específico (%/dia), foi calculada para cada tratamento, durante os intervalos amostrais, de acordo com a formula: $CE = 100 \times [(\ln \text{ peso}$

final - In peso inicial)]/ dias. Com as médias obtidas na biometria, calculou-se o coeficiente de variação para comprimento (CVc) e peso (CVp), em cada tratamento, 36 horas pós-eclosão (hpe) e no 3º, 6º, 9º e 12º dias de experimento, com objetivo de se verificar a homogeneidade das larvas. O coeficiente de variação, multiplicado por 100, corresponde à porcentagem da variação da população, de acordo com a seguinte fórmula (Jobling, 1994): $CV = S/X \times 100$ onde: Cv-coeficiente de variação do comprimento ou peso; S-desvio padrão; X - média do comprimento ou peso.

Para a determinação do conteúdo estomacal, foram examinados os tubos digestórios de 30 larvas, por meio de microcirurgia em lupa com aumento de 4,5 vezes, com auxílio de agulhas, onde se observou a ocorrência e a dominância dos organismos-alimento. A sobrevivência final das larvas foi estimada a partir da seguinte fórmula: $S(\%) = (NF/NI) \times 100$ onde: NI-número inicial de larvas estocadas; NF-número final de alevinos despescados segundo (Senhorini, 1998).

Os resultados foram submetidos ao teste F para análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5%.

Resultados e Discussão

Os parâmetros limnológicos analisados em todas as unidades experimentais, durante os 12 dias de experimento, apresentaram os seguintes valores médios: concentração de oxigênio dissolvido $7,8 \pm 2,2 \text{ mg/L}^{-1}$, pH $6,5 \pm 0,7$, concentração de amônia total $0,01 \text{ mg/L}^{-1}$, alcalinidade $10,8 \pm 1,7 \text{ mg/L}^{-1}$, temperatura da água $25,2 \pm 2,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Em ambiente apropriado, as variáveis físicas e químicas da água devem estar dentro de uma faixa padrão ideal para o crescimento satisfatório das larvas. Neste caso, variáveis da água registradas estavam dentro de limites considerados satisfatórios para a criação de peixes (Boyd, 1982;

Godoy, 1986) e, principalmente, de espécies tropicais da família Characidae (Vinatea, 1982; Saint Paul, 1986).

Os resultados da análise estatística dos dados, do número de larvas, peso e comprimento no momento da eclosão estão apresentados na Tabela 1.

Quanto ao número de larvas, o grupo controle (L_1) apresentou o melhor resultado, com cerca de 100.000 larvas a mais que nos tratamentos hormonais L_2 (0,01 ppm T_3) (193.600 larvas) e L_4 (0,1 ppm T_3) (190.000 larvas). O número de larvas controle (290.600) foi significativamente igual ao do tratamento hormonal L_3 (0,05 ppm T_3) (257.000 larvas). Esses resultados diferem dos encontrados por Leonardo (2005, Capítulo 1 desta Tese) no estudo com piracanjuba, no qual o maior número de larvas foi encontrado nas incubadoras dos tratamentos com as concentrações hormonais de 0,05 ppm T_3 , 0,01 ppm T_3 e Controle (0,00 ppm T_3) e o menor número de larvas no tratamento hormonal 0,1 ppm T_3 . Na eclosão, as larvas do tratamento L_4 eram significativamente maiores apresentando-se 30% mais pesadas e 15,3% maiores que as larvas do grupo controle. Os resultados obtidos nos dois experimentos realizados com *Brycons* demonstram que a concentração hormonal que não prejudicou o número de larvas foi a mediana L_3 (0,05 ppm de T_3).

O uso de hormônios tiroídianos em peixes ainda é muito discutido. Muitos estudos relatam efeitos benéficos, como absorção mais rápida da reserva vitelínica, aceleração do desenvolvimento, maior crescimento na fase larval e sobrevivência (Lam, 1980; Brown e Kim, 1995; Vasques, 2003), enquanto outros relatam retardo no crescimento e desenvolvimento anormal em tilápia (*Sarotherodon niloticus*) (Nacario, 1983; Reddy e Lam, 1992a), *Carassius auratus* (Reddy e Lam, 1992b), truta marrom (*Salmo trutta*) (Mylonas et al., 1994), *Morone saxatilis* (Huang et al., 1996) e *Danio rerio* (Liu e Chan, 2002). No presente trabalho, observou-se que, 10 hpe, as larvas tratadas com triiodotironina (T_3) apresentavam deslocamento natatório horizontalmente, enquanto as larvas do tratamento

controle apresentavam a natação horizontal incompleta. Isso sugere que a bexiga natatória ainda não estava inflada por completo, de modo que as larvas apresentavam-se nadando até a flor d'água das incubadoras e caindo até o fundo. Este é o movimento realizado até que a bexiga natatória se infle e as larvas nadem horizontalmente. Com 36 hpe, todos os tratamentos já apresentavam a natação horizontal e evidente canibalismo, momento em que se deu a transferência das larvas para as caixas onde permaneceram por 12 dias. Os pesos e comprimentos registrados encontram-se na Tabela 2.

Até o 9º dia de cultivo, o peso não diferiu significativamente entre os tratamentos. Após este período, ocorreu um ganho de peso compensatório no tratamento L₄ que diferiu significativamente do ganho de peso do grupo controle. As larvas dos tratamentos hormonais L₃ e L₂, mesmo sem apresentarem diferença estatística em relação ao controle, apresentaram-se com pesos mais elevados. Esses resultados sugerem que o efeito do hormônio tenha surgido mais tardiamente. No 12º dia de experimento, observou-se maior ganho de peso nas larvas dos tratamentos hormonais (4,55 mg para L₄, 3,31 mg para L₃ 1,16 mg para L₂). Diferenças semelhantes também foram encontradas por Vasques (2003), em estudo com a mesma espécie. Assim, os resultados confirmam um efeito benéfico da triiodotironina no crescimento das larvas, especialmente daquelas tratadas com a dose mais alta (0,1 ppm T₃).

No presente estudo, no 3º dia de experimento, o comprimento das larvas dos tratamentos L₃ e L₄ difere estatisticamente em relação ao grupo controle, mas esses resultados não se mantiveram ao decorrer do experimento, e a partir do 6º dia larvas de todos os tratamentos experimentais apresentaram maior homogeneidade no crescimento. Aos 12 dias, é possível observar diferença numérica crescente à medida que se aumentou a concentração da triiodotironina. Tais resultados diferem dos encontrados por Huang et al. (1996) em *Morone saxatilis* e por Landines (2003) em *Brycon orbignyanus*, que observaram menor crescimento das larvas tratadas com triiodotironina.

O crescimento específico (%/dia) é utilizado para comparar o desempenho entre os diferentes sistemas e intensidades de criação, sendo um parâmetro eficaz para se avaliar o crescimento de um grupo. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 1.

Segundo Bernardino et al. (1993) e Senhorini et al. (1998 e 2002), as espécies *Brycon cephalus* e *Brycon orbignyanus* apresentam crescimento rápido nos primeiros dias de vida. Pela Figura 1, observa-se que a taxa de crescimento específico das larvas, independente do tratamento, foi maior no 6º dia de criação e que o crescimento maior das larvas tratadas com hormônio, ao final do período de observação, é confirmado pela taxas registradas. Os menores valores do crescimento específico ocorreram nas larvas do tratamento controle, destacando a ação mais tardia da triiodotironina (T_3) utilizada na hidratação de ovos.

Para maior compreensão dos dados obtidos para peso, comprimento e crescimento específico (%/dia), utilizou-se o coeficiente de variação do peso e do crescimento expresso na Tabela 3. Os resultados apresentados na Tabela mostram que, independente do tratamento, a partir da fase inicial (36hpe), os coeficientes aumentam, só começando a diminuir novamente no 12º dia, indicando que a heterogeneidade de peso foi maior nos dias 3, 6 e 9. esta heterogeneidade não foi relacionada a maior incidência de canibalismo facilitado por predação de indivíduos maiores sobre os menores. Isto porque, segundo mostra a Tabela 4, só ocorreu predação durante a fase inicial da criação (entre 36 e 72 hpe). Segundo Baras et al. (2000a), que estudaram *Brycon moorei*, e Kestemont et al. (2003), que estudaram *Eurasian perch* e *European seabass*, o canibalismo é intenso quando altos valores para coeficiente de comprimento são encontrados, o que difere do presente estudo, pois o matrinxã apresentou os valores mais baixos de coeficiente de variação de peso e comprimento quando ataques foram registrados (36 hpe - 72 hpe). Com 36 hpe, a reserva vitelina estava quase esgotada.

A Tabela 4 mostra a ocorrência de canibalismo e o conteúdo estomacal encontrado nas larvas. Observa-se que a predação intensiva ocorreu até o 1º dia de criação, a partir de

quando as larvas passaram a aceitar o alimento exógeno oferecido. Esse período considerado “crítico” foi relatado em outros estudos com *Brycons* que demonstraram essa fase de canibalismo (Senhorini et al., 1998; Baras et al., 2000; Prieto-Mojica et al., 2002; Vasques, 2003, Landines et al., prelo e 2003).

Nesta fase, os ataques eram freqüentes, sendo que larvas maiores atacavam as menores, embora isso não fosse uma regra, pois larvas menores muitas vezes se aproveitavam para atacar larvas maiores que tinham outras na boca, ou mesmo larvas maiores que sofreram ataques por outras larvas do mesmo tamanho, apresentando-se com deformidades nas caudas, debilitadas e se tornando uma presa fácil. Esses ataques sempre ocorriam a partir da região de menor diâmetro, da cauda para cabeça, na fase entre 36 hpe a 48 hpe.

Às 60 hpe, os ataques ainda eram evidentes, mas as larvas que predavam já conseguiam engolir as presas e digeri-las, sendo comum encontrar larvas com outras no estômago o qual confirma-se o canibalismo. Essas características de ataque também foram encontradas por Baras et al. (2000b) em estudo com *Brycon moorei*, a dourada. Os autores descreveram que na fase inicial do desenvolvimento da dourada ocorria canibalismo intenso, chamado tipo I, enquanto que o tipo II ocorria às 48 hpe e a larva já engolia outras larvas, embora as regurgitasse. Ocorria ingestão total com 96 hpe. No presente estudo, classificou-se como tipo I o ato de predação registrado as 36 hpe e tipo II o canibalismo com 60 hpe. Esse mesmo método de classificação foi utilizado para piracanjuba (Leonardo, 2005, Capítulo 1 desta Tese), sendo que nos dois estudos observou-se o processo de regurgitação. O que diferiu da dourada foi o tempo em que ocorreu a digestão total das larvas no estômago, ocorrendo para nossas espécies com 60 hpe.

As larvas de *Brycon* possuem olhos bem desenvolvidos e pigmentados, característica de peixes que possuem maior facilidade em direcionar visualmente o ataque às suas presas (Ceccarelli, 1997). Segundo Holmes e Gibson (1986), a exposição e o movimento da presa é

o estímulo efetivo para predadores visuais detectar e reconhecerem o alimento. Segundo Dabrowski (1975), peixes que utilizam a visão para capturar seu alimento poderiam ser afetados por ambientes onde o alimento principal se distribui em locais profundos e pouco iluminados, ou onde o período de luz é curto durante o dia. De acordo com observações deste estudo, no segundo dia de experimento (72 hpe) já não se observavam mais ataques entre as larvas, fato que pode ter sido controlado pela alimentação natural em grande quantidade (500 organismos/ larvas) fornecida em 2 horários, pois a presença de zooplâncton nadando em todos os locais das caixas experimentais foram sempre observados. Essa confirmação da redução de predação entre as larvas foi obtida através da análise do conteúdo estomacal durante os 12 dias de experimento (Tabela 4).

A análise do conteúdo estomacal mostrou ausência de predação entre os indivíduos da mesma espécie a partir de 72 hpe, mas uma predileção alimentar de acordo com suas necessidades, pois em uma mesma larva encontramos cladóceros, copépodos e ração. Esses resultados corroboram Pedreira et al. (2002), que relataram em piracanjuba que os melhores resultados de aceitação de alimento com ração + zooplâncton, mas diferem dos obtidos no mesmo gênero (Leonardo, 2005, Capítulo 1 desta Tese) em que durante os 12 dias experimentais não se encontrou ração artificial no trato digestório. Alguns autores, como Confer e Blades (1975) e Janssen (1976), consideram que esses predadores não consomem fitoplâncton, mas capturam e selecionam visualmente componentes do zooplâncton. Senhorini et al. (2002), comparando o hábito alimentar da piracanjuba e matrinxã, verificaram que o matrinxã passou a consumir ração artificial com 7 dias de vida e a piracanjuba com 13 dias. Neste estudo, as larvas de matrinxã começaram a ingerir ração artificial no 3º dia de experimento (4º dia de vida das larvas).

Os dados das Tabela 2 e 5 e Figuras 1 e 2 mostram os efeitos benéficos do uso do hormônio em relação ao crescimento e sobrevivência das larvas de matrinxã. A biomassa

maior nos tratamentos em que se usou a triiodotironina pode ser associada ao maior crescimento e também à maior sobrevivência verificados.

Nos dias de hoje, os aquicultores procuram minimizar ao máximo seus prejuízos sendo um dos maiores problemas a transição do alimento natural para o artificial, o comportamento agressivo, a densidade de estocagem, o estresse de manejo e o impacto ambiental. O uso de hormônio promoveu um ganho de biomassa em relação ao controle de 71,7% para L₂, 80,2% para L₃ e 83,4% para L₄ quando calculado a partir da Tabela 5. Mesmo sem um estudo de viabilidade econômica, os presentes resultados levam a crer que a utilização do hormônio proporciona maiores lucros, melhor aproveitamento do espaço onde as larvas estão sendo cultivadas, reduzindo o canibalismo e a não alteração dos parâmetros físico-químicos da água.

A sobrevivência em torno de 40 a 50% para *Brycon cephalus*, em caixas experimentais, é um dado importante se levado em conta que as larvas estão em contato visual direto uma com as outras, facilitando os encontros. A utilização apenas de alimentação natural e artificial, sem larvas forrageiras de outras espécies, facilita o manejo e reduz custos. Senhorini et al., (1998 e 2002) obtiveram taxas de sobrevivência de 40 a 70%, em *B. cephalus* e *B. orbignyanus*, em viveiros escavados, enquanto Barras (2000a), estudando *Brycon moorei*, obteve 40% de sobrevivência na fase inicial, e Prieto-Mojica et al. (2002), estudando *Brycon siebenthalae*, obtiveram 50%.

Conclusões

A concentração hormonal L₃ (0,05 ppm T₃) proporcionou o maior número de larvas eclodidas quando comparado aos demais tratamentos hormonais.

Ação da triiodotironina é mais tardia em larvas de *Brycon cephalus*, promovendo os melhores resultados para peso e sobrevivência no 12º dia de experimento, quando comparado com o tratamento controle.

Durante os 12 dias experimentais o matrinxã, *B. cephalus*, demonstrou através da análise do conteúdo estomacal a predileção por ambos os alimentos testados (alimentação natural e alimento seco) a partir do 3º dia de experimento ou (4º dia de vida).

Agradecimentos

Agradeço o técnico João Caetano e os pesquisadores Luis Alberto Gaspar e Sandoval do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA), Pirassununga, SP, pela amizade e companheirismo em todos os momentos do experimento.

Referências Bibliográficas

AYSON, F. E.; LAM, J. Thyroxine injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs, and yolk-sac larvae, and its affect on larval growth and survival. *Aquaculture*. v.109, p. 83-93, 1993.

BARAS, E.; MAXI, M.Y.J.; NDAO, M.; MELARD, C. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions II. Effect of initial size heterogeneity, diet and light regime on early cannibalism. *Journal of Fish Biology*. v. 57, p.1021-1036, 2000 a.

BARAS, E.; NDAO, M.; MAXI, M.Y.J.; JEANDRAIN, D.; THOMÉ, J.P.; VANDEWALLES, P; MELARD, C. Sibling cannibalism in dorada under experimental

conditions I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity. *Journal of Fish Biology*. v. 57, p. 1001-1020, 2000 b.

BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*. v. 6, n. 2, p.1-10, 1993.

BOYD, C.E. Water quality management for pond fish culture. New York: Elsevier Publishing Agricultural, 317 p, 1982.

BROWN, C.L.; KIM, B.G. Combined application of cortisol and triiodothyronine in the culture of larval marine finfish. *Aquaculture*. v. 135, p 79-86, 1995.

CECCARELLI, P.S. Canibalismo em larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Guther, 1869). 1997. 92 p. Dissertação de Mestrado em Zoologia - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu -SP, 1997.

CONFER, J.L.; BLADES, P. L. Omnivorous zooplankton and planctivorous fish. *Limnology Oceanographic*, Waco. v.20, p. 571-579, 1975.

DABROWSKI, K. The point of no return in early fish life. An attempt to determine the minimal food requirement. *Wiad. Ekol, Warszawa*. v.21, p. 277-293, 1975.

GODOY, M.P. Elementos de biologia de peixes e qualidade da água. Florianópolis: Eletrosul 107 p, 1986.

HOLMES, R. A.; GIBSON, R. W. Visual cues determining prey selection by the turbot, *Scophthalmus maximus* .*Journal of Fish Biology*., Amsterdam, v.29 (suppl. A), p. 49-58, 1986.

HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei) *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*. v. 43 (1), p.1-47, 1982.

- HUANG, L.; JENNIFER, L.S.; BENGTON, D.A., Effect of triiodothyronine on the growth and survival of larval striped bass (*Morone saxatilis*). Fish Physiology Biochemical. v. 15, p. 57-64, 1996.
- JANSSEN, J. Feeding modes and prey size selection in the alewife (*Alosa pseudoharengus*). Journal. Fish. Research. Board. Canada, Ottawa. v. 3, p 1972-1975, 1976.
- JOBLING, M. Fish bioenergetics. London: Chapman e Hall. 294p, 1994.
- KESTEMONT. P.; JOURDAN, S.; HOUBART, M.; MÉRLARD. C.; PASPATIS. M.; FONTAINE. P.; CUVIER. A.; KENTOURI, M.; BARAS, E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae; biotic and abiotic influences. Aquaculture. v. 227, p. 333 - 356, 2003.
- LAM, T. J. Thyroxine enhances larval development and survival in Sarotherodon (Tilapia) mossambicus. Ruppel. Aquaculture. v. 21, p. 287-291, 1980.
- LAM, T. J. Eggs in fish: are hormones involved? Aquaculture. v.135 (1-3), p. 74, 1995.
- LEONARDO, A.F.G.; ROMAGOSA, E.; BORELA, M. I.; BATLOUNI, S.R. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*, (Linnaeus, 1766) Aquaculture. v. 240, p. 451-461, 2004.
- LIU, Y-W; CHAN, W-K., Thyroid hormones are important for embryonic to larval transitory phase in zebra fish. Differentiation. v.70, p. 36-45, 2002.
- MENDONÇA, J.O.J.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A. Influência da fonte protéica no crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus*, em viveiros. Boletim. Técnico do CEPTA. v.6. n.1, p. 51-58, 1993
- MYLONAS, C.C.; SULLIVAN, C.V.; HINSHAW, J.M. Thyroid hormones in brown trout (*Salmo trutta*) reproduction and early development. Fish Physiology Biochemical. v.13, p. 485-493, 1994.

- NACARIO, J.F. The effect of thyroxine on the larvae and fry of *Sarotherodon niloticus* L. *Tilapia nilotica*. Aquaculture. v. 34, p. 73-83, 1983.
- PEDREIRA, M.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Effect of prey size selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae *Brycon orbignyanus*. *Bol. Lab. Hidrobiol.* v. 14/15, p. 99-110 (2001/2002), 2002.
- PEREIRA-FILHO, M. Estudos desenvolvidos no INPA (Manaus-Amazonas) com matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). In Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon* 1. Pirassununga. Anais... Pirassununga p. 25-30, 1994.
- PEZZATO, L. E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de peixes, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba - SP p. 45-60, 1997.
- PRIETO-MOJICA, C. A.; MOJICA, H.O.B.; QUINTERO, L.G.P.; RUEDA, N.M. Desarrollo larval y supervivencia Del Yamú, *Brycon siebenthalae* Eingenman, 1912 (PISCES: CHARACIFORMES), en estanques abonados y con el uso estanques abonados y con el uso de un suplemento alimenticio. *Boletín Científico Bogotá* v.7, p. 9-32, 2002.
- REDDY, P.K.; LAM, T.J.; Role of the thyroid hormones in tilapia larvae *Oreochromis mossambicus*: I. Effects of the hormones and an anti-thyroid drug on yolksac resorption, growth and development. *Fish Physiology Biochemical.* v.9, p. 473-485, 1992a.
- REDDY, P.K.; LAM, T.J., Effect of thyroid hormones on mophogenesis and growth of larvae and fry of telescopic-eye black goldfish, *Carassius auratus*. *Aquaculture.*v.107, p. 383-394, 1992b.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca.* v. 27, p. 113-121, 2001.

- SAINT-PAUL, U. Potential for Aquaculture of South American freshwater fish: a review. *Aquaculture*. v. 54, p. 205-40, 1986.
- SCORVO FILHO, J.D. Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de três regiões do estado de São Paulo. 1998. 120p. Tese (Doutorado) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 1998.
- SENHORINI, J.A.; GASPAR, L.A.; FRANSOSO, A. Crescimento, sobrevivência e preferência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* e de piracanjuba *Brycon orbignyanus* em viveiros. *Boletim Técnico do CEPTA*. v. 15, p. 9-21, 2002.
- SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. Growth and survival of larvae of Amazon species "matrixã", *Brycon cephalus* (PISCES, CHARACIDAE), in larviculture ponds. *Boletim Técnico do CEPTA*. v.11, p. 13-28, 1998.
- SOKOLOVSKAYA, T.G.; SOKOLOVSKII, A.S. Biology and larval development of agassiz snailfish *Liparis agassizi* (Liparidade) from Peter the Great Bay, sea of Japan. *Journal of Ichthyology*. v.41, n.8, p. 615-619, 2001.
- VASQUES, L.H. Participação do hormônio triiodotironina (T₃) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus*. 2003. 146 p. Tese (Doutorado)-Centro de Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.
- VINATEA, J.E. *Acuicultura Continental: peces, artemias y dafnias, camarones e lagostinos*. Lima: Libreria Studium. p 25-35, 1982.
- WERDER, U.; SAINT-PAUL, U. Experiências de alimentação com tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Mylossoma sp*) jaraqui (*Semaprochilodus theraporuna*) e matrinxã (*Brycon melanopterus*). *Acta amazônica*. v.9, n.3, p. 617-619, 1979.
- WOYNAROVICH, E.; HORVARTH, L. A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 220p. 1983.

WOYNAROVICH, E., SATO, Y. Special rearing of larvae of matrinhã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: Harvey, B. Carosfeld, J. (eds) Workshop on larval rearing of finfish. [s.1], Pirassununga: CIDA/CASAFA/ICSU, p. 134-136, 1990,

ZANIBONI-FILHO, E.; RESENDE, E.K. Anatomia de gônadas, escala de maturidade e tipo de desova do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei: Charadae). R. Brás. Biol.v.48, n.4 p. 883 -884, 1988.

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) do número de larvas, peso e comprimento das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T_3).

| | Número de larvas | Peso (mg) | Comprimento (mm) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| L₁ (Controle) | 290.600 \pm 36,1 ^a | 0,70 \pm 0,05 ^b | 3,32 \pm 0,06 ^b |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 193.600 \pm 23,5 ^b | 0,83 \pm 0,07 ^b | 3,33 \pm 0,04 ^b |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 257.000 \pm 32,32 ^{ab} | 0,98 \pm 0,06 ^{ab} | 3,53 \pm 0,23 ^b |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 190.000 \pm 17,32 ^b | 1,04 \pm 0,01 ^a | 3,93 \pm 0,15 ^a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) do peso (mg) e o comprimento (mm) das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes tempos de cultivo.

| | | Tempo de cultivo (dias) | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|
| T3 (ppm) | | Inicial (36 hpe) | 3 | 6 | 9 | 12 | |
| Peso (mg) | L₁ (0,00) | 1,68 \pm 0,12 ^{a*} | 2,70 \pm 0,35 ^a | 6,39 \pm 0,92 ^a | 9,30 \pm 1,61 ^a | 10,56 \pm 0,49 ^b | |
| | L₂ (0,01) | 1,86 \pm 0,08 ^a | 2,39 \pm 0,09 ^a | 5,96 \pm 1,41 ^a | 9,51 \pm 1,81 ^a | 11,72 \pm 1,63 ^{ab} | |
| | L₃ (0,05) | 1,88 \pm 0,08 ^a | 2,77 \pm 0,14 ^a | 6,46 \pm 1,18 ^a | 8,84 \pm 0,76 ^a | 13,87 \pm 2,10 ^{ab} | |
| | L₄ (0,1) | 1,88 \pm 0,05 ^a | 2,84 \pm 0,08 ^a | 9,32 \pm 1,93 ^a | 12,2 \pm 0,53 ^a | 15,11 \pm 1,55 ^a | |
| Comprimento (mm) | L₁ (0,00) | 6,25 \pm 0,22 ^a | 6,26 \pm 0,14 ^c | 8,05 \pm 0,27 ^a | 8,91 \pm 0,41 ^a | 8,86 \pm 0,17 ^a | |
| | L₂ (0,01) | 6,29 \pm 0,08 ^a | 6,27 \pm 0,06 ^{bc} | 7,49 \pm 0,06 ^a | 8,47 \pm 0,82 ^a | 8,93 \pm 0,35 ^a | |
| | L₃ (0,05) | 6,45 \pm 0,05 ^a | 6,54 \pm 0,08 ^{ab} | 7,64 \pm 0,17 ^a | 8,25 \pm 0,44 ^a | 9,44 \pm 0,42 ^a | |
| | L₄ (0,1) | 6,51 \pm 0,10 ^a | 6,68 \pm 0,14 ^a | 7,95 \pm 0,23 ^a | 8,67 \pm 0,36 ^a | 9,55 \pm 0,53 ^a | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Tabela 3. Coeficiente de variação do peso (Cvp) e comprimento (Cvc) de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes tempos de cultivo.

| | Tempo de cultivo (dias) | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | Inicial (36 hpe) | | 3º dia | | 6º dia | | 9º dia | | 12º dia | |
| | Cvp | Cvc | Cvp | Cvc | Cvp | Cvc | Cvp | Cvc | Cvp | Cvc |
| L₁ (0,00) | 12,08±6,39 ^{a*} | 5,78±0,88 ^a | 20,3±5,5 ^a | 5,3±1,4 ^a | 32,8±5,7 ^a | 4,6± 1,2 ^b | 34,6±13,6 ^a | 8,9±3,7 ^a | 17,7±6,7 ^a | 5,8±0,8 ^a |
| L₂ (0,01) | 10,4±3,26 ^a | 5,69±2,42 ^a | 15,25±4 ^a | 3,3±0,8 ^a | 21,4± 1,1 ^a | 7,0± 0,82 ^{ab} | 22,9±15,2 ^a | 5,8±2,1 ^a | 8,7±3,9 ^a | 4,50±4,0 ^a |
| L₃ (0,05) | 13,79±3,22 ^a | 4,46±0,56 ^a | 16,1±3,6 ^a | 5,3±0,5 ^a | 32,7± 24,2 ^a | 4,3±2,1 ^b | 20,5±1,7 ^a | 7,03±1,6 ^a | 17,3±12 ^a | 6,1±5,1 ^a |
| L₄ (0,1) | 10,57±2,19 ^a | 3,45±1,41 ^a | 14,7 ±3,7 ^a | 4,6±0,8 ^a | 31,1± 15,6 ^a | 8,7±1,15 ^a | 26,0± 11,4 ^a | 5,8±32 ^a | 13,0± 4,6 ^a | 7,3±1,9 ^a |

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)

Tabela 4. Conteúdo estomacal de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), durante o período experimental. n = 30

| Dias de criação | Tratamentos | Canibalismo (%) | Itens alimentares (indivíduos por estômago) | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|---|-----------|-----------------------|
| | | | Cladóceros | Copépodo | Ração |
| Inicial | L1(controle) | 50 | 0 | 0 | V |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 50 | 0 | 0 | V |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 60 | 0 | 0 | V |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 50 | 0 | 0 | V |
| 1º dia | L1(controle) | 60 | 0 | 0 | V |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 60 | 0 | 0 | V |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 60 | 0 | 0 | V |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 60 | 0 | 0 | V |
| 3º dia | L1(controle) | 0 | 2,6 ± 1,6 | 0 | (4) + + + + |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 0 | 4,6 ± 3,3 | 1,0 ± 0,0 | V |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 0 | 7,0 ± 4,0 | 0 | (2) + + + + |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 0 | 5,6 ± 2,7 | 0 | (4) + + + + |
| 6º dia | L1(controle) | 0 | 6,2 ± 4,0 | 1,2 ± 0,4 | V |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 0 | 7,0 ± 3,5 | 3,0 ± 0,0 | (5) + + + + |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 0 | 7,7 ± 4,3 | 1,0 ± 0,0 | V |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 0 | 10,4 ± 6,3 | 1,0 ± 0,0 | V |
| 9º dia | L1(controle) | 0 | 13,3 ± 8,1 | 1,3 ± 0,5 | V |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 0 | 9,7 ± 4,2 | 2,0 ± 0,0 | (1) + + + + |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 0 | 8,3 ± 1,5 | 0 | (1) + + + + |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 0 | 12,0 ± 4,9 | 0 | V |
| 12º dia | L1(controle) | 0 | 5,1 ± 2,8 | 0 | (1) + + + + / (6) + + |
| | L2 (0,01 ppm T ₃) | 0 | 3,5 ± 1,6 | 0 | (4) + + + + / (3) + + |
| | L3 (0,05 ppm T ₃) | 0 | 7,8 ± 3,2 | 0 | (1) + + + + / (4) + + |
| | L4 (0,1 ppm T ₃) | 0 | 9,6 ± 5,2 | 1,3 ± 0,5 | (1) + + + + / (1) + + |

+ Ração V (vazio); + (1/4 cheio); ++ (1/2 cheio); +++ (3/4 cheio); + + + + (cheio)

* () número de larvas que foram encontrados estômagos com ração

Tabela 5. Biomassa (mg) das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), ao final de 12 dias de cultivo.

| | Inicial | Final | Ganho de Biomassa (mg/dia) |
|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| L₁ (controle) | 1.616 ± 112,5 ^{a*} | 2.304 ± 459,7 ^b | 688 ± 569,3 ^b |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 1.792 ± 72,7 ^a | 4.228 ± 602,1 ^a | 2.436 ± 562,6 ^{ab} |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 1.811 ± 79,9 ^a | 5.383 ± 874,9 ^a | 3.572 ± 797, ^a |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 1.804 ± 50,8 ^a | 5.934 ± 755,8 ^a | 4.129 ± 770,6 ^a |

- *Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)

Figura 1. Taxa de crescimento específico (%/dia) das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T₃), nos diferentes tempos de cultivo.

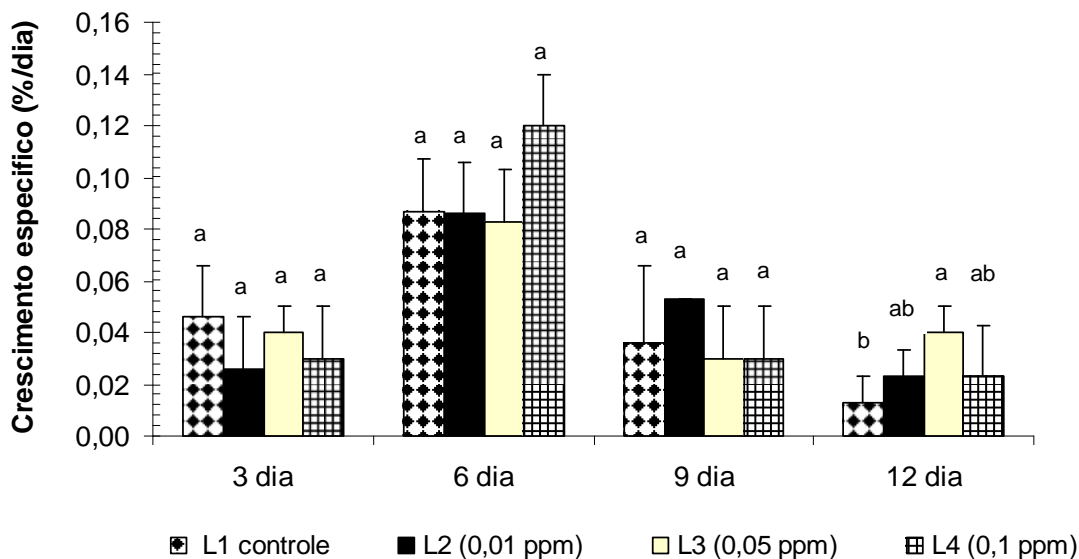
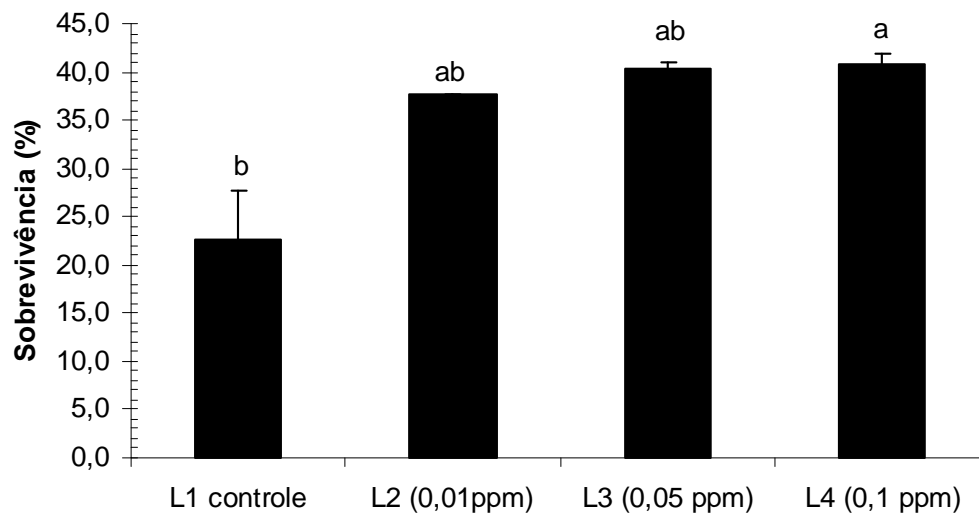


Figura 2. Taxa de sobrevivência das larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) provenientes de ovos hidratados com triiodotironina (T_3), ao final de 12 dias de cultivo.



**Predação em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, oriundas de ovos hidratados
com triiodotironina (T₃)**

Antônio Fernando Gervásio Leonardo¹, Marcio Aquio Hoshiba², José Augusto
Senhorini³, Elisabeth Criscuolo Urbinati⁴

¹Doutorando do CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: leonardo@caunesp.unesp.br

² Mestrando da Produção Animal (Zootecnia) da FCAV - UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: tokudazoo@yahoo.com.br

³Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais - CEPTA Rodovia Euberto Pereira de Godoy, km 6,5, C.P. 64, CEP: 13630-000, Pirassununga, São Paulo. jose.senhorini@ibama.gov.br

⁴CAUNESP/UNESP, Via de Acesso Paulo Donato Castellani, s/n., Jaboticabal, São Paulo, Brasil CEP: 14870-000; e-mail: bethurb@caunesp.unesp.br

Abstract

The present work described the cannibalism of matrinxã, *Brycon cephalus*, larvae originating from eggs exposed to triiodothyronine, from 36 to 72 hours after hatching, evaluating the weight and length of the predators, the stomach content and type of the attacks. This study was carried out at the Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga - SP, from 20 to 23 November 2004. Fish were hormonally induced to spawning and oocytes were fertilized, separated in 4 batches that constituted the treatments: L₁ (control - water); L₂ (0.01 ppm T₃); L₃ (0.05 ppm T₃) and L₄ (0.1 ppm T₃). Eggs were exposed for 15 minutes to the solutions and washed 6 times (500 ml). After that eggs were distributed in 12 incubators (60 L) (3 replicates/treatments) being 500 mL eggs per incubator. And hatched larvae were calculated. Samples were done during the occurrence of cannibalism (36 to 72 hours post hatching, hph) (30 larvae per treatment). Predator larvae (with rests of other larvae in the stomach) were 50% had the weight 50% higher

compared to those no predators and 9% in relation to the length. Coefficient of variation of weight and length did not differ among treatments, showing similarity in relation to the growth. The stomach content revealed that the cannibalism was 55% and the attacks characterized as head-tail and tail-head.

Keywords: Cannibalism, matrinxã; *Brycon cephalus*, triiodotironine, attacks

Resumo

O presente trabalho descreve o canibalismo de larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, oriundas de ovos hidratados com triiodotironina, através da determinação do peso e comprimento corporal, coeficiente de variação do peso e comprimento, conteúdo estomacal, sobrevivência e tipos de ataques. Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga - SP, de 20 a 23 de novembro de 2004. As fêmeas foram induzidas hormonalmente para a desova e, no momento da extrusão, os ovócitos de todas as fêmeas foram misturados, fertilizados e divididos em 4 alíquotas que constituíram os seguintes tratamentos: L₁ (controle - água); L₂ (0,01 ppm T₃); L₃ (0,05 ppm T₃) e L₄ (0,1 ppm T₃). Os ovos foram hidratados durante 15 minutos, passando por seis trocas de água (controle) e seis trocas de soluções de T₃ de cada tratamento, com volumes de 500 mL. Em seguida, os ovos foram distribuídos em 12 incubadoras cônicas de 60 L cada (3 repetições/tratamento), sendo 500 mL de ovos por incubadora. O número de larvas eclodidas foram calculados. Foram realizadas coletas durante a ocorrência de canibalismo, que ocorreu de 36 a 72 horas pós-eclosão, sendo coletadas 30 larvas em cada tratamento. A diferença de peso das larvas predadoras, com restos de outras larvas no estômago, em relação aquelas que não tinham partes das larvas foi de 50% e do comprimento de 9% nos diferentes

tratamentos. Os coeficientes de variação do peso e comprimento não diferiram entre os tratamentos, evidenciando homogeneidade em relação ao crescimento. A análise do conteúdo estomacal revelou que durante a fase de canibalismo a sobrevivência foi de 55% e os ataques partiram de confrontos cabeça-cauda e cauda-cabeça.

Palavras chaves: Canibalismo, matrinxã, triiodotironina, ataques

Introdução

Nos últimos anos, as espécies do gênero *Brycon* vêm sofrendo reduções drásticas principalmente o matrinxã e a piracanjuba (Godoy, 1975). Este fato está relacionado diretamente com a poluição, destruição das matas ciliares, represamentos, diminuições de lagoas marginais e pescas predatórias. Todos esses fatores juntos causam um efeito negativo na perpetuação das espécies reofílicas, como as do gênero *Brycons*, *Prochilodus*, *Salminus* e *Leporinus* e *Siluriformes*.

A estratégia reprodutiva de uma espécie pode determinar sua característica de desova, sendo parcelada ou total, como é o caso dos Ciclídeos que possuem a desova do tipo parcelada, com um número menor de ovos que as espécies reofílicas, mas apresentam cuidado parental com a prole, o que aumenta a chances de sobrevivência. Já nos *Salminus*, *Siluriformes* e *Brycons*, essas espécies produzem grande quantidade de ovos por desova e o cuidado parental é inexistente durante a fase larval. O gênero *Brycon* apresenta alta taxa de canibalismo o que dificulta seu cultivo, e é um fator limitante da produção pelos prejuízos econômicos que causa à aquicultura. Woynarovich e Sato (1990), que realizaram reprodução induzida de *Brycon lundii*, relataram um rápido crescimento das larvas e pós-larvas da espécie, alertando para elevado canibalismo, de até 80% de canibalismo na fase de incubação. Já no *Brycon cephalus*, a eclosão das larvas ocorreu 17 horas pós-eclosão e, com 36 horas de vida

livre, iniciou-se o canibalismo, numa fase em que a bexiga natatória encontrava-se com apenas 50% de sua capacidade insuflada (Bernardino et al., 1993). Senhorini et al. (1998) também descreveram ocorrência de canibalismo em matrinxã 36 horas pós-eclosão, quando as larvas já apresentavam natação horizontal, e consideraram este período como período crítico.

Em peixes teleósteos, os hormônios tireoidianos que estão envolvidos no controle da reprodução (Dickhoff et al., 1989; Sullivan et al., 1989; Mylonas et al., 1994) e no desenvolvimento inicial das espécies (Lam, 1994) foram considerados fator de redução de canibalismo no *Morone saxatilis* (Brown et al., 1988), mas aumentou esse comportamento no *Stizostedion vitreum* (Hey et al., 1996). Em espécies tropicais, há evidências de redução de canibalismo por ação da triiodotironina no matrinxã (Urbinati et al., 2003; Vasques, 2003) e no *Brycon orbignyanus* (Landines, 2003). Nestes estudos, variou a forma de administração do hormônio, por injeção da triiodotironina na fêmea durante a indução à desova (Urbinati et al., 2003) ou pela imersão dos ovos em soluções do hormônio (Vasques, 2003; Landines, 2003). O canibalismo nestas espécies pode levar à redução drástica de uma larvicultura intensiva.

Objetivo

O presente trabalho procurou descrever a fase de predação intensa, presente no período de 36 a 72 horas pós-eclosão (hpe), em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após hidratação dos ovos com soluções de triiodotironina (T_3), avaliando-se o peso e comprimento corporal das larvas, coeficiente de variação do peso e comprimento, conteúdo estomacal, sobrevivência e o tipo de ataques.

Material e Métodos

Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, Pirassununga-SP, de 20 a 23 de novembro de 2004. As larvas foram produzidas por desova induzida segundo a metodologia de Bernardino et al. (1993). No momento da extrusão, os ovócitos de todas as fêmeas foram misturados, fertilizados e divididos em 4 alíquotas que constituíram os seguintes tratamentos: L₁ (controle - água); L₂ (0,01 ppm T₃); L₃ (0,05 ppm T₃) e L₄ (0,1 ppm T₃). Os ovos foram hidratados durante 15 minutos, passando por seis trocas de água (controle) e seis trocas de soluções de T₃ nas concentrações de cada tratamento, sendo realizadas as trocas a cada 2'50'' com volume de 500 mL de água ou solução de T₃. Em seguida, os ovos foram divididos em 12 incubadoras cônicas de 60 L cada (3 repetições), sendo 500 mL de ovos por incubadora. O número de larvas foi calculado segundo a metodologia de Romagosa et al. (2001) e Leonardo et al. (2004).

Baseando-se nas informações de Senhorini et al. (1998) sobre a ocorrência de um período crítico para instalação de canibalismo, as coletas foram realizadas de 36 a 72 horas pós-eclosão (hpe), para se quantificar o canibalismo nas incubadoras antes que as larvas fossem transferidas para os viveiros externos. Trinta larvas de cada tratamento (10 por repetição) foram coletadas e fixadas em solução de formol a 4%. Foram avaliados o peso corporal (mg), com auxílio de uma balança analítica, e o comprimento total (mm), com auxílio de um paquímetro digital e estereomicroscópio. Para determinação do conteúdo estomacal, os tubos digestórios das 30 larvas de cada tratamento foram examinados por meio de microcirurgia em lupa com aumento de 4,5 vezes, com auxílio de agulhas. A sobrevivência final das larvas foi estimada pela contagem das larvas restantes ao final do experimento. As larvas foram fotomicrografadas em estereomicroscópio Olympus SZ51 para identificação das formas de ataques.

Diariamente, às 8:00 e 18:00 horas, registrou-se a temperatura da água ($26,6 \pm 1,3$ °C), a concentração de oxigênio dissolvido ($6,6 \pm 0,7$ mg/L) e valores pH ($7,0 \pm 0,2$) e determinou-se a concentração de amônia total (0,01 mg/L). Os valores encontrados estão dentro da faixa recomendada para cultivo de espécies tropicais (Boyd, 1990).

Os resultados foram submetidos ao teste F para análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias ao nível 5%.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise estatística dos dados da taxa de fertilização, número de larvas eclodidas, peso e comprimento no momento da eclosão são apresentados na Tabela 1.

Esses resultados diferem dos encontrados em *Brycon orbignyanus*, por Leonardo (2005, Capítulo 1 desta Tese), no estudo citado, o número de larvas eclodidas nos tratamentos com 0,05 e 0,01 ppm T₃ foi maior que no tratamento controle e o valor mais baixo foi encontrado na concentração hormonal de 0,1 ppm T₃, diferindo do presente trabalho quando comparado ao controle que apresentou os melhores resultados, seguido da concentração hormonal mediana (0,05 ppm T₃)

Quando analisados o peso e comprimento no momento da eclosão, os valores mais altos foram encontrados no tratamento hormonal L₄ (0,1 ppm T₃). Esses resultados oscilaram nas coletas posteriores (Tabela 2), mas às 72 hpe apenas as larvas do tratamento hormonal L₄ (0,1 ppm T₃) eram estatisticamente maiores em relação ao peso corporal e numericamente maior em relação ao comprimento corporal.

Quando analisados o peso e o comprimento médio das larvas predadoras, que continham restos de outras larvas no estômago, às 72 hpe, os dados biométricos expressos na (Tabela 3) revelaram uma homogeneidade entre os tratamentos não havendo diferença significativa entre eles.

Em teleósteos, a ocorrência do canibalismo está bem identificada em 36 famílias (Smith e Reay, 1991). Alguns autores relatam que o crescimento heterogêneo inicial é a chave para o canibalismo onde indivíduos maiores predam os menores (De Angelis et al., 1979; De Angelis et al., 1980; Loadman et al., 1986; Hecht e Appelbaum, 1988; Katavic et al., 1989; Baras, 1998; Baras, 2000; Kestemont et al., 2003).

Os resultados do presente trabalho são de fundamental importância para o conhecimento biológico da espécie estudada, pois, como pode-se verificar nas (Tabelas 2 e 3) as larvas predadoras tinham peso médio 50% mais elevado quando comparado ao das larvas sem restos de outras larvas no estômago, independente do tratamento. Em relação ao comprimento, esta diferença foi de 9%.

Entre algumas condições que podem levar ao canibalismo, Hecht e Appelbaum (1988) e Katavic et al. (1989) destacam a alimentação inadequada, frequência de alimentação e a densidade de estocagem. No presente trabalho, observa-se que as larvas predadoras converteram a proteína animal em maior ganho de peso e comprimento quando comparado com as larvas que se alimentaram apenas da reserva vitelínica. Uma das formas de se tentar reduzir o canibalismo seria alimentar as larvas ainda nas incubadoras ofertando-as alimento natural em abundância.

Outra tentativa seria diminuir o número de indivíduos após o início de canibalismo, transferi-los para as caixas de larvicultura e iniciar a alimentação natural em abundância. Hecht e Piennar (1993) relatam que a melhor forma de se controlar o canibalismo seria a classificação por tamanho. Essa classificação poderia ser feita durante a fase de alevinagem, pois as larvas apresentam uma homogeneidade de crescimento e separá-las por tamanho seria quase inviável uma vez que seria preciso pesá-las e medi-las. Desta forma, larvas maiores predam as menores conseguindo

engolir a presa como pode ser observado nas (Figuras 1 A, B e C), mas isso não é regra, pois indivíduos do mesmo tamanho corporal também predam entre si. A diferença é que acabam morrendo com o outro na boca não conseguindo engoli-las, enquanto larvas menores se aproveitam para predação de larvas maiores que estão debilitadas, apresentando natação com dificuldade ou mesmo quando duas larvas do mesmo tamanho ficam presas umas as outras levando a morte (Figuras 2 C e D).

Na (Tabela 4), estão expressos os valores dos coeficientes de variação do peso e comprimento das larvas. Esses valores mostram homogeneidade do lote em todos os tratamentos, tanto em peso como em comprimento, e que nesta espécie todas as larvas possuem o instinto de predação, independente do tamanho.

Baras (2000) descreveu dois tipos de canibalismo durante a fase larval de *Brycon moorei* do tipo I, presente em torno de 26 hpe, quando as larvas ainda apresentavam saco vitelínico e pesavam 1,2 mg, e do tipo II, presente às 46 hpe, quando a reserva vitelínica foi absorvida e as larvas pesavam 2,8 mg. A digestão completa das larvas ingeridas ocorreu às 96 hpe, quando as larvas pesavam 10mg.

Através das (Figuras 1 e 2), pode-se identificar algumas formas de ataques, sendo o frontal o que ocorre quando uma larva de maior comprimento corporal ataca uma larva de menor comprimento, ingerindo-a no sentido cabeça-cauda (Figuras 1 A e B). Segundo Barras (2000), esse tipo de canibalismo seria do tipo II, pois na (Figura 1 C), observa-se a larva sendo digerida. A diferença é que em *B. moorei*, a digestão ocorreu às 96 hpe e a larva pesava em torno de 10 mg, enquanto no matrinxã a digestão ocorreu às 72 hpe e a larva pesava em torno de 4,5 mg. Os ataques ocorreram no sentido caudal (Figuras 1 D, E e F) e as (Figuras 2 A e B) mostram as larvas no estômago sendo digeridas 72 hpe. Observa-se nas (Figuras 2 C e D) que a região

estomacal apresentava uma massa mais escura, que seria uma larva digerida e a seta fina na (Figura 2 D) mostra que a larva ainda tem pequena parte da reserva vitelínica.

Os ataques com sucesso neste trabalho partem de larvas maiores para as menores, mas isso não significa que larvas menores não possam preda. Essa forma de ataque mostra que a larva ataca vorazmente tudo que está em seu campo de visão. Esses ataques geralmente levam à morte de duas ou mais larvas envolvidas, pois as larvas que apresentam o mesmo comprimento corporal, e as menores, acabam morrendo como a outra na boca (Figuras 2 E e F). Esse comportamento foi descrito por Barras (2000) como canibalismo tipo I, no qual os predadores atacam as presas debilitando-as e dificultando a natação, ou mesmo chegam a engolir a cauda e depois regurgitam. Isso faz com que a larva que foi atacada fique mais fraca.

Segundo Liao et al. (2001), o canibalismo é uma estratégia de alimentação que ocorre mais provavelmente em períodos de recursos alimentares limitados, sendo comum em larvas e juvenis na fase de desenvolvimento. Observa-se na (Figura 2 D) que as larvas de matrinxã apresentam a reserva vitelínica bem visível e já estão a preda.

Na maior parte da criação de peixes, o canibalismo na fase larval ocorre na taxa de 15% a 90%, segundo Hecht e Piennar (1993). Bernardino et al. (1993) e Romagosa (1998) relatam que o sucesso na obtenção de larvas não garante a criação do gênero *Brycon* em cativeiro, pois a partir de 32 a 35 horas após a eclosão tornam-se canibais, resultando em até 99% de perda. Os valores de canibalismo obtidos no presente estudo através da análise do estomacal das larvas de matrinxã mostraram ocorrência de predação na fase de incubação de 55% (Tabela 5).

Os dados do conteúdo estomacal mostraram uma homogeneidade de predação nas larvas dos diferentes tratamentos, indicando que a triiodotironina não afetou o comportamento de canibalismo nas larvas de matrinxã. Esses resultados diferem dos

encontrados por Hey et al. (1996) em *Stizostedion vitreum*, que relataram aumento de canibalismo nas larvas tratadas com T₃. Por outro lado, Urbinati et al. (2003) encontraram maior sobrevivência e redução de canibalismo em larvas de matrinxã, sob o efeito de T₃ de origem materna.

Conclusões

Durante a fase de predação intensa das larvas de matrinxã, *B. cephalus*, na fase de incubação, a sobrevivência foi em torno de 55% independente da concentração de triiodotironina utilizada.

As larvas predadoras apresentaram peso corporal 50% superior ao das larvas não predadoras e 9% em relação ao comprimento, em função da ingestão de proteína animal.

Foram identificados dois tipos de ataques: o frontal (cabeça - cauda) e caudal (cauda-cabeça).

Larvas que apresentam menor comprimento corporal também predam, mas ocorre insucesso no momento da ingestão da presa, levando ambas à morte.

Agradecimentos

Agradeço Pesquisador Dr Marcelo Borges Tesser pela amizade e companheirismo pela contribuição nas fotos e interpretação das mesmas.

Referências Bibliográficas

BARAS, E.; MAXI, M.Y.J.; NDAO, M.; MELARD, C. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions II. Effect of initial size heterogeneity, diet and light regime on early cannibalism. *Journal of Fish Biology* v. 57 p.1021-1036, 2000 a.

- BARAS, E. Bases biologiques du cannibalisme chez les poissons. Cah. Ethol. 18, 53-98, 1998
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). Boletim Técnico CEPTA, v. 6, n. 2, p.1-10, 1993.
- BOYD, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 482p, 1982.
- BROWN, C.L.; DOROSHOV, S.I.; NUÑEZ, J.M., HADLEY, C.; VANEENENNAAM, J.; NISHIOKA, R.S.; BERN, H.A. Maternal triiodothyronine injections cause increases in swimbladder inflation and survival rates in larval striped bass, *Morone saxatilis*. J. Exp. Zool. 248: 168-176, 1988.
- DEANGELIS, D.L.; COX, D.K.; COUNTANT, C.C. Cannibalism and size dispersal in young-of-the-year large mouth bass: experiment and model. Ecol. Model. v. 8, 133-148, 1979.
- DEANGELIS, D.L.; HACKNEY, P.A.; WEBB, J.C. A partial differential equation model of changing sizes and numbers in a cohort of juvenile fish. Environ. Biol. Fishes v. 5, 261-266, 1980.
- DICKHOFF, W.W.; YAN, L.; PLISETSKAYA, E.M.; SULLIVAN, C.V.; SWANSON, P.; HARA, A.; BERNARD, M.G. Relationship between metabolic and reproductive hormones in salmonid fish. Fish Physiol. Biochem. 7: 147-155, 1989.
- GODOY, M.P. Peixes do Brasil; Subordem Characoidei, Bacia do Rio Mogi Gassu, Piracicaba: Ed. Franciscana, v.2, p. 288-290, 1975.
- HECHT, T.; APPELBAUM, S. Observations on intraespecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. J. Zool., v. 214, p.21-44, 1988.

- HECHT, T.; PIENNAR, A.G. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. J. World Aquac. Soc. v. 24, p. 246-261, 1993.
- HEY, J.; FARRAR, E.; BRISTOW, B.T.; STETTNER, C.; SUMMERFELT, R.C. Thyroid hormones and their influences on larval performance and incidence of cannibalism in walleye *Stizostedion vitreum*. J. World Aquac. Soc. 27, 40-51, 1996.
- KATAVIC, I.; JUG-DUJAKOVIC, J.; GLAMUZINA, B. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings, Aquaculture v. 77, p. 135-143, 1989.
- KESTEMONT, P.S.; JOURDAN, M.; HOUBART, C.; MERLARD, M.; PASPATIS, P.; FONTAINE, A.; CUVIER, M., BARAS, E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae; biotic and abiotic influences. Aquaculture 227: 333-356, 2003.
- LAM, T.J. Hormones and egg/larval quality in fish. J. World Aquacult. Soc. 25: 2-12, 1994.
- LANDINES, M.A. Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). 2003. 146 p. Tese (Doutorado) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.
- LEONARDO. A.F.G.; ROMAGOSA. E.; BORELA. M. I.; BATLOUNI. S.R. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*, (Linnaeus, 1766) Aquaculture. v. 240, p. 451-461, 2004.
- LIAO, C.I.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. Aquaculture, v. 200, p. 1-31, 2001.

- LOADMAN, N.L.; MOODIE, G.E.F.; MATHIAS, J.A. Significance of cannibalism in larval walleye (*Stizostedion vitreum*). Can. J.Fish. Aquat. Sci. 43, 613-618, 1986.
- MYLONAS, C.C.; SULLIVAN, C.V.; HINSHAW, J.M. Thyroid hormones in brown trout (*Salmo trutta*) reproduction and early development. Fish Physiol. Biochem. 13: 485-493, 1994.
- ROMAGOSA, E. Desenvolvimento gonadal (morfologia: ultra-estrutura e indução da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei, Characidae) em cativeiro. 1998. p. 218. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos. 2003.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. Boletim do Instituto de Pesca. v. 27, p. 113-121, 2001.
- SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. Growth and survival of larvae of Amazon species "matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture ponds. Boletim Técnico do CEPTA, v.11, p. 13-28, 1998.
- SMITH, C.; REAY, P. 1991. Cannibalism in teleost fish. Rev. Fish Biol. Fish v. 1, p. 16-29.
- SULLIVAN C.V.; BERNARD, M.G.; HARA, A.; DICKHOFF, W.W. Thyroid hormones in trout reproduction: enhancement of gonadotropin-releasing hormone analogue and partially purified salmon gonadotropin-induced ovarian maturation *in vivo* and *in vitro*. J. Exp.Zool. 250: 188-195, 1989.
- URBINATI, E.C.; SOARES, M.F.; SENHORINI, J.A. Preliminary study of the effect of maternal triiodothyronine on early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae). J. Aquac. Trop. 18(3): 217-224, 2003.
- VASQUES. L.H. Participação do hormônio triiodotironina (T₃) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus*. 2003. 146 p.Tese (Doutorado)-Centro de

Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, São Paulo, 2003.

WOYNAROVICH, E.; SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: Harvey, B, Carosfeld, J., (eds). Workshop on larval rearing of finfish. (s.I) CIDA, ICSU, CASAFA, 1990.

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão), taxa de fertilização, número de larvas eclodidas, peso e comprimento na eclosão em matrinxã, *Brycon cephalus*, proveniente de ovos expostos à triiodotironina (T_3).

| | Número de larvas | Peso (mg) | Comprimento (mm) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| L₁ (Controle) | 290.600 \pm 36,1 ^a | 0,70 \pm 0,05 ^b | 3,32 \pm 0,06 ^b |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 193.600 \pm 23,5 ^b | 0,83 \pm 0,07 ^b | 3,33 \pm 0,04 ^b |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 257.000 \pm 32,32 ^{ab} | 0,98 \pm 0,06 ^{ab} | 3,53 \pm 0,23 ^b |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 190.000 \pm 17,32 ^b | 1,04 \pm 0,01 ^a | 3,93 \pm 0,15 ^a |

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) do peso (mg) e o comprimento corporal (mm) de larvas de *Brycon cephalus*, sem restos de larvas no estômago, em diferentes tempos de cultivo (horas pós-eclosão-hpe)

| Tratamento | Peso (mg) | | Comprimento (mm) | |
|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | 36 hpe | 72 hpe | 36 hpe | 72 hpe |
| L₁ (controle) | 1,68 \pm 0,12 ^{a*} | 2,00 \pm 0,15 ^b | 6,25 \pm 0,22 ^a | 6,53 \pm 0,26 ^{ab} |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 1,86 \pm 0,08 ^a | 2,05 \pm 0,06 ^b | 6,29 \pm 0,08 ^a | 6,20 \pm 0,05 ^b |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 1,88 \pm 0,08 ^a | 2,22 \pm 0,05 ^b | 6,45 \pm 0,05 ^a | 6,45 \pm 0,05 ^{ab} |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 1,88 \pm 0,05 ^a | 2,56 \pm 0,11 ^a | 6,51 \pm 0,10 ^a | 6,57 \pm 0,08 ^a |

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05)

Tabela 3. Valores médios (\pm desvio padrão) do peso e do comprimento corporal (mm) das larvas predadoras de matrinxã, *Brycon cephalus*, 72 horas pós-eclosão (hpe)

| Tratamentos | Peso (mg) | Comprimento (mm) |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| L₁ (controle) | 4,67 \pm 0,37 ^{a*} | 6,99 \pm 0,07 ^a |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 4,11 \pm 0,51 ^a | 6,98 \pm 0,08 ^a |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 4,44 \pm 0,20 ^a | 7,04 \pm 0,06 ^a |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 4,45 \pm 1,07 ^a | 7,02 \pm 0,05 ^a |

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

Tabela 4 Valores médios (\pm desvio padrão) do coeficiente de variação de peso (mg) e comprimento (mm) de larvas de *Brycon cephalus*, em diferentes tempos pós-eclosão (hpe).

| Tratamento | Coeficiente de variação | | Coeficiente de variação | |
|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Peso | | Comprimento | |
| | 36 hpe (mg) | 72 hpe (mg) | 36 hpe (mm) | 72 hpe (mm) |
| L₁ (controle) | 12,0 \pm 6,39 ^{a*} | 7,83 \pm 2,66 ^a | 5,78 \pm 0,88 ^a | 3,77 \pm 0,60 ^a |
| L₂ (0,01 ppm T₃) | 10,4 \pm 3,26 ^a | 6,61 \pm 3,40 ^a | 5,69 \pm 2,42 ^a | 2,74 \pm 0,90 ^a |
| L₃ (0,05 ppm T₃) | 13,7 \pm 3,22 ^a | 7,38 \pm 1,50 ^a | 4,46 \pm 0,56 ^a | 4,46 \pm 0,60 ^a |
| L₄ (0,1 ppm T₃) | 10,5 \pm 2,19 ^a | 3,89 \pm 1,50 ^a | 3,45 \pm 1,41 ^a | 6,57 \pm 2,20 ^a |

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05)

Tabela 5. Conteúdo estomacal das larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, submetidas a tratamentos hormonais, nas 72 hpe.

| Tratamentos | | Ausência de | Presença de | Canibalismo |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | | Conteúdo | Conteúdo | (%) |
| | L₁ (controle) | 15 | 15 | 50 |
| 36 hpe | L₂ (0,01 ppm T₃) | 15 | 15 | 50 |
| | L₃ (0,05 ppm T₃) | 12 | 18 | 60 |
| | L₄ (0,1 ppm T₃) | 15 | 15 | 50 |
| | L₁ (controle) | 12 | 18 | 60 |
| 72 hpe | L₂ (0,01 ppm T₃) | 12 | 18 | 60 |
| | L₃ (0,05 ppm T₃) | 12 | 18 | 60 |
| | L₄ (0,1 ppm T₃) | 12 | 18 | 60 |

(*) ausência de larvas no estomago

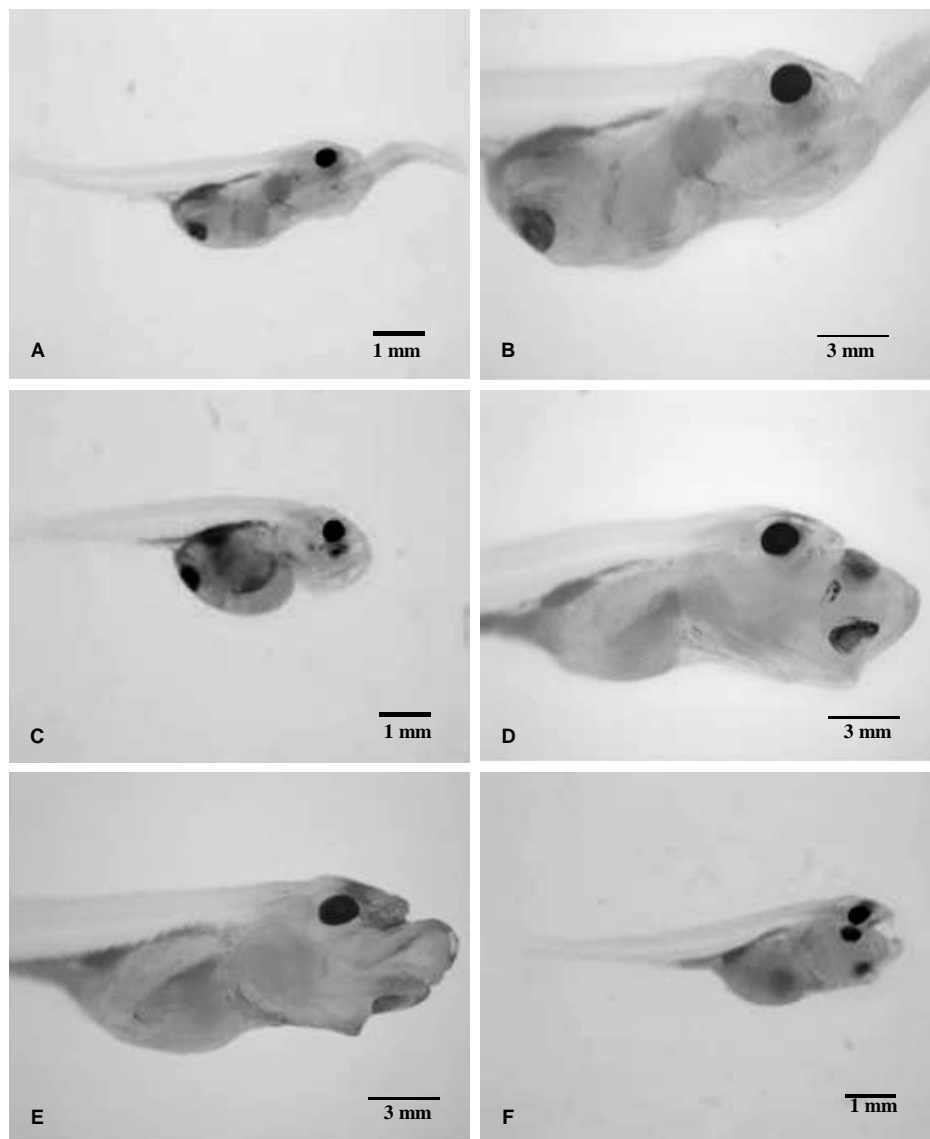


Figura 1 – fotomicrografia de larva de matrinxã *Brycon cephalus* **A)** Canibalismo no sentido cabeça – cauda, **B)** Detalhe mostrando a ingestão e evidenciando a pigmentação dos olhos, **C)** Larva já ingerida o sentido dos olhos indicando o sentido da predação, **D)** Canibalismo no sentido cauda – cabeça sendo predada lateralmente, **E)** Larva sendo parcialmente engolida, **F)** Presa sendo engolida pelo predador

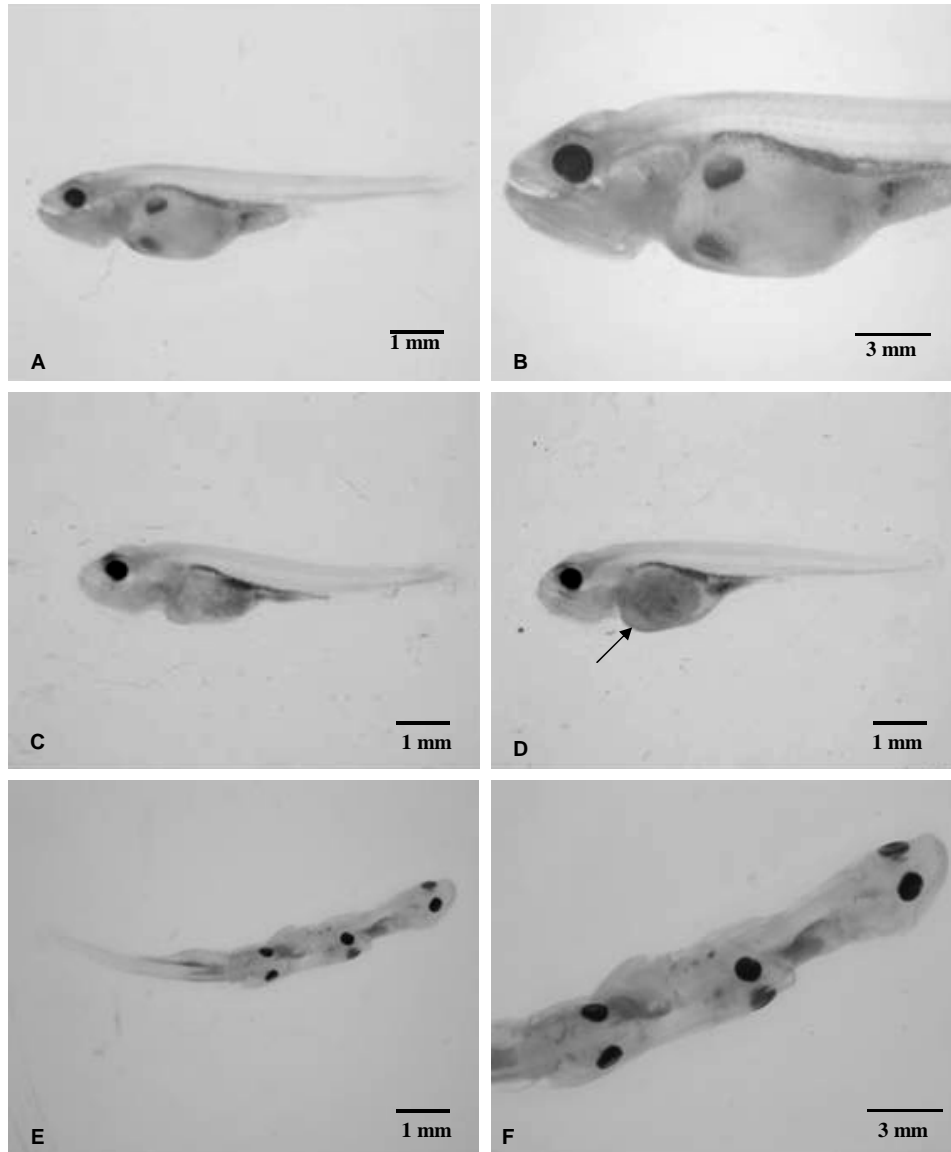


Figura 2 – fotomicrografia de larva de matrinxã *Brycon cephalus* **A)** Larva ingerida demonstrando a posição que foi predada através da posição dos olhos no estomago, **B)** Detalhe mostrando a região da cabeça e estomago do predador, **C)** Larva já digerida, **D)** Seta fina indicando resquícios do saco vitelinico, **E)** Predador sendo predado, **F)** Detalhe da foto E